

理科教員志望の大学生を対象とした授業の構築と実践  
—科学的に探究する過程を重視した顕微鏡学習の試み—

高橋ちぐさ\*

Experimental classes for undergraduate students who want to be a science teacher: Lessons using the microscope with the emphasis on the scientific process of learning

TAKAHASHI Chigusa\*

地域学論集（鳥取大学地域学部紀要）第8巻 第3号 抜刷

REGIONAL STUDIES (TOTTORI UNIVERSITY JOURNAL OF THE FACULTY OF REGIONAL SCIENCES) Vol.8 / No.3

平成24年3月30日発行 March 30, 2012



# 理科教員志望の大学生を対象とした授業の構築と実践

— 科学的に探究する過程を重視した顕微鏡学習の試み —

高橋ちぐさ\*

Experimental classes for undergraduate students who want to be a science teacher: Lessons using the microscope with the emphasis on the scientific process of learning

TAKAHASHI Chigusa\*

キーワード：理科教育、科学的探究活動、顕微鏡学習、授業実践

Key Words: Science education, Scientific process of learning, microscope, Experimental classes

## 1. はじめに

中学校および高等学校理科の教員免許状に関わる授業を担当している。受講学生は、本学で理科の免許が取得可能な農学部・工学部・地域学部の学生である。

地域教育学科では、系統立てた理科教育のカリキュラムを組み展開しているが、一般学部生である彼らは各々の所属コースに主たる学びの柱があり、教員免許取得に必要な科目を受講順を考慮して履修していく余裕は無く、必要な単位数を揃えることで手一杯というのが実情である。加えて、授業観察や授業実践を経験する機会も十分には持てない環境であろう。理科教育を学ぶ機会が少ないが故に、なおさら授業担当者としては彼らにどのような力をつけるべきか、どこまで力をつけることが可能か、それにはどういう講義が望ましいのかを検討し実践することを心掛けねばならない。

初等・中等理科教育の目標として従来から一貫して「科学的な見方や考え方、総合的なものの見方の育成」が掲げられてきた。新学習指導要領では、「自ら学ぶ意欲」や「科学的な探究」が、さらに重視されている。こうした改善には、国際学力調査や小中学校教育課程実施状況調査から浮かび上がる我が国の理科教育の課題が反映されている。科学的に探究する能力や態度を育成するには、授業の中で子どもたちが主体的に問題を見だし意欲的に探究する活動やプロセスを大切にすること、そうした実践の継続が重要であることは教師にとって周知の事実である。しかし課題解決への鍵は、どのように実践すればその力を培うことができるかということであり、指導する教員には授業力が求められる。将来教師を目指す学生には正しくこの授業力を培って送り出すことが必要だと考える。

担当授業の中で、授業づくりのポイントを理論と実践の両面から指導する。学生は、子どもたちに思考させる授業の必要性を理論では学んでいても、実際に模擬授業を設計し実践させると、教師側からの一方的な発信の、いわゆる「教科書に書かれていることを教え込んで暗記させる」授業をしてしまう。

---

\*鳥取大学地域学部地域教育学科

顕微鏡による実験・観察を含む模擬授業を行われた際、次のような気づきがあった。授業観察を通して生徒役の学生の活動や態度が非常に印象に残った。顕微鏡を前にして、「使い方を忘れた」、「中学校や高等学校以来だから」と実験・観察に尻込みをする学生が多かったのである。一方、より良く見えるように検鏡技術を駆使するといった光景を目にすることはなく、これも予想外のことであった。生徒役の学生のこれらの態度を顕微鏡に関する理解度や技能という視点で考察したところ、以前に学習した知識が検鏡時に思い出されない、あるいは持っている知識が実際の検鏡操作と結びつかないために検鏡に活かせないのではないかと考えられた。

本研究では、顕微鏡を使って科学的に探究するプロセスや活動により、科学的思考力を養うことを通じて知識や技能の定着を図る授業プログラムを設計し、授業実践によりその効果を検証する。

## II. 授業実践

### 1. 事前アンケート調査

これまでの授業実践での気づきに加え、顕微鏡学習に関連する受講学生の理解度を調べて彼らの実体をより正確に把握する目的で、授業前アンケート調査をおこなった。調査結果を分析し、学習内容の妥当性を吟味した授業を構築する。

#### 「科学学習内容学研究」 授業前アンケート調査

調査対象 「科学学習内容学研究」受講者 28 名  
 調査日時 平成 23 年 4 月 14 日 (授業実施 4 月 21 日)  
 調査内容 中学校「理科」の授業で受けた顕微鏡関連の学習について問うた。  
 質問 1 では、顕微鏡に関する 1)～3)について、中学校で学習したか否かを問い、学習した場合は記憶している具体的な学習内容を記述させた。

- 1) 顕微鏡各部の名称
- 2) 顕微鏡の使い方、観察手順
- 3) 顕微鏡のしくみ

質問 2 では、顕微鏡を使って行った学習について、いつ(学習した学年や時期・季節など)、どこで(単元や学習テーマなど)、何を観察したかを問うた。  
 回答は、単元だけ、観察物だけなど、記憶している項目だけでも良いとした。

以下に、事前アンケート調査の結果を記す。

質問 1 1) 顕微鏡各部の名称；28 名全員が学習したと回答。

表 1 に、記憶している顕微鏡各部の名称を、回答人数の多かった順に列挙した。

表 1 記憶している顕微鏡各部の名称と人数（複数回答を含む）

名 称	人数
接眼レンズ	21
対物レンズ	19
反射鏡（鏡）	14
レボルバー	9
しぼり	7
プレパラート* <sup>1)</sup>	6
ステージ	4
うで、アーム	4
クリップ	3
鏡筒	2
調節ねじ	2

注) \*<sup>1)</sup> 顕微鏡各部の名称ではない。

表 1 に示されるように、記憶の上位を占めたのは接眼レンズ、対物レンズ、次いで反射鏡であった。全員が各部の名称を学習したと答える一方で、記憶している名称は学生一人あたり 1 個から多くても数個で、名称の一部が断片的に記憶されているに過ぎない状態であり、機器としての顕微鏡像はイメージできていないことが示唆された。

質問 1 2) 顕微鏡の使い方、観察手順；28 名中 27 名が学習したと回答した。そのうち具体的な学習内容を記憶していた学生は 19 名であった。挙げられた学習内容を表 2 に記す。

表 2 「顕微鏡の使い方、観察手順」に関して記憶している学習内容と人数（複数回答を含む）

学 習 内 容	人数
レンズの取り付け順	6
観察するときの倍率の変え方（高倍率にする手順）	5
検鏡順や検鏡時の注意	4
ピントの合わせ方	4
水平な場所に置いて使う	4
観察物を視野に入れる動かし方	1
絞りや反射鏡で光量を調節する	1
持ち運ぶときは両手で持つ	1

顕微鏡の使い方、観察手順について、ほぼ全員が学習したと答えたものの、表 2 に示されるように具体的に記憶している内容は少なかった。最も人数が多かった「レンズの取り付け順に関する内容」でも 6 名で、受講生全体の 2 割ほどでしかなかった。その上、「対物レンズを先に取り付ける」など内容が誤ったものもあった。同様に、「観察する時の倍率の変え方に関する内容」には、「倍率は高倍率から合わせる」という正解とは全く逆の誤った回答もあった。これらの回答は、記憶が理

解や実践を伴ったものであれば決して出て来ないはずであり、ただ暗記したに過ぎない記憶から回答を引出している状態であることが示された。

8名は、顕微鏡の使い方、観察手順について学習はしたが具体的な内容については記憶していないと答えた。具体的には、「名称などを暗記したが、覚えていない」が4名、「覚えたという記憶はあるが、内容は覚えていない」が2名、「各部の名称を暗記し、試験にも出されたが、覚えていない」が2名で、記述には共通して、「暗記した」、「覚えた」という表現がみられ、暗記に頼った学習は記憶に残りにくいということが映し出されたようであった。

質問1 3) 顕微鏡のしくみ；28名中7名が学習したと回答。

学習したと答えた学生が7名と少ない上に、記憶している学習内容として顕微鏡のしくみを答えることができた学生は1名だけで、「対物・接眼、2つのレンズを通して、対象を拡大し、下から光を透過させて見る。」と回答した。他は、「総合倍率の求め方」と答えた学生が2名、「裸眼では見えないものをレンズを通して観察する」、「光を反射させて、対象物を拡大させる」という回答が各1名で、残る2名は「具体的な内容は記憶していない」と答えた。

以上、質問1では、顕微鏡の各部の名称、観察手順、しくみについて調査したが、いずれも断片的な記憶がかるうじて残っているに過ぎず、実際に検鏡操作等に活かさない状態であることがわかった。特に、顕微鏡のしくみについては記憶が希薄で、理解度も非常に低いことがわかった。

続いて、質問2の回答を分析した。質問2は、顕微鏡を使った学習について、いつ（学習した学年や時期・季節）、どこで（単元や学習テーマなど）、何を観察したかを問い、17名から具体的な回答（複数回答あり）が得られた。ただし、どこの「単元やテーマ」で学習したかを答えられた学生は非常に少なく、「細胞」と答えた学生が2名、「光合成」、「植物のつくり」、「単細胞生物」が各1名のみであった。大半の学生は観察物だけを答えていた。なぜ、どういう目的で観察したかという意図は記憶には留まらず、観察物だけが断片的に記憶されているという特徴が示された。列举された「観察物」を、表3に記す。

表3 記憶している観察物と人数（複数回答を含む）

観 察 物	人数
植物の組織や器官* <sup>1)</sup>	12
（内訳：葉 6、維管束 3、茎 2、気孔1、植物の組織 1）	
プランクトン* <sup>2)</sup>	11
（内訳：ミドリムシ 4、ミカヅキモ 2、ミジンコ 2、 プランクトン 2、アメーバ 1）	
タマネギの細胞	5
オオカナダモ	2
花粉	1
ヒトの口の中	1
メダカ	1
塩の結晶	1

注) \*<sup>1)</sup> \*<sup>2)</sup> アンケートで個々に挙げられた観察物を関連性のあるものどうしまとめて内訳に記した

以上、事前アンケート調査結果から、二つの解決すべき問題点が抽出された。

第一に、顕微鏡のつくり、操作方法やしぐみに関して、断片化した記憶しか残っていないことがあげられた。理解しないまま暗記に頼った使用法や手順等の知識は、使わない間に記憶が断片化してしまい、いざ実践という時に機能しない。そのため更に使うのが億劫になり、実験・観察に積極的に臨めないという負の連鎖が生じていることが明らかになった。

第二に、学習により得られた知識の定着に問題が見いだされた。教育現場で教師は、科学的思考力や態度の育成には課題意識を持たせることが重要だということを念頭に置いて日々の授業に取り組んでいる。しかしながら、調査からは、子どもたち自らが問題意識を持って実験・観察に参加していれば記憶に残るはずの観察の目的は忘れられ、観察物の一部だけが記憶されているという結果が示され、子どもたちに意図した科学的思考力や態度の育成が効果を上げるに至っていないことが示唆された。

## 2. 授業プログラムのねらいと特徴

アンケート調査結果を踏まえ、授業づくりのねらいを以下に定めた。

1. 科学的に裏打ちされた知識と共に使える技能として検鏡技術を定着させるために、顕微鏡の光学系の特徴とレンズの性質を、実践を伴って理解させる方法をとる。顕微鏡が、凸レンズ2枚を組み合わせて試料を拡大する装置であることを理解できれば、「なぜ像が見えるのか」「像はどう見えているのか」がわかり、「どうすればもっとはっきりと像が見えるか」という疑問にも対処できる技能が身につくと考える。ねらいの明確化のため顕微鏡からレンズを取り外し、接眼レンズ・対物レンズそれぞれをレンズ単体として扱い観察をさせ、顕微鏡に組み込まれたレンズの機能と比較し、共通点と相違点を考察することで顕微鏡のしくみに気づかせ、顕微鏡観察への興味・関心の喚起、および検鏡技能の向上に連動させる。
2. 本授業プログラムを通じて、理科の授業で科学的探究のプロセスを実践することが子どもの論理的思考力や科学的態度を育てる礎になることを学生に実感させる。それには授業全体を通して、目的意識を持って観察・実験を行わせる方法を貫く。学生が探究活動に主体的に取り組める授業をつくり、それを実践し、探究のプロセスが楽しいということを自らの体験から気づかせる。
3. 理科の各単元の学習で獲得される基礎的な知識は、他単元の学習事項、身近な現象や事物との関連付けや構造化によってより定着しやすくなることに気づかせる。

## 3. 学習指導の実際

本時の主な活動内容と指導上のねらいを述べる。

授業実践は、学生の活動態度や発言、予想画や観察スケッチなどの評価から教材に対する理解度を測り、それに応じた説明を心掛けて進行した。観察課題はすべて、先に結果を予想させてから観察へと進み、得られた結果について考察するという手順で進めた。その際、予想のための時間を十分保証することに留意し、形式を踏襲しただけの授業にならないようにした。説明にはパワーポイントを併用し、予想や結果、教材のねらいや期待される効果、まとめなど進行状況に合わせて随時有効に活用した。

授業開始時に学生にプリントを配布し、予想やスケッチ、気づき等をプリントへ記させ、授業後回収し、事後評価を行った後返却した。学生への配布プリントを図1(ページ1～3)に示す。

### § 使って、観て、楽しく学ぶ顕微鏡のしくみと操作

**【準備物】**

顕微鏡、虫メガネ（ルーペ）、プラスチックものさし、人や動物写真の切り抜き（印刷物）、約 60℃に温めた水溶液、湖山池の水、スポイト、ピンセット、スライドグラス、カバーグラス、カバーガラス大に切った紙片、パンチ穴補強シール（内径 6mm）。レンズクリーナー、レンズペーパー、先を細く削った箸などレンズ清掃用具、プランクトン図鑑

**【観察・作業】**

I. 顕微鏡と虫メガネ（ルーペ）の、「共通しているところ」と「違うところ」を確認しよう。

.....  
.....  
.....

II. 顕微鏡のレンズを調べよう。

顕微鏡から接眼レンズを取り外し、鏡筒にレンズキャップをはめる。

1. 接眼レンズを覗いてみよう。

予想してみよう：接眼レンズだけで、像が見えるのかな？

見るとしたら、どんな像が見えるのかな？

観察前の予想

.....  
.....  
.....

観察結果

.....  
.....  
.....

2. 接眼レンズを逆から覗いた場合はどうだろう？

予想してみよう：像が見えるのかな？ 見るとしたら、どんな像が見えるのかな？

観察前の予想

.....  
.....  
.....

観察結果

.....  
.....  
.....

図1 学生への配布プリント，ページ1



3. 顕微鏡から対物レンズ（倍率4倍）を取り外して覗いてみよう。

予想してみよう：対物レンズだけで、像が見えるのかな？

見えるとしたら、どんな像が見えるのかな？

観察前の予想

.....

.....

.....

観察結果

.....

.....

.....

Ⅲ. いろいろな像の観察から学ぼう。

1. ろ紙片に自分の名前を書き、観る（マイクロネームプレートづくり）。

検鏡倍率を接眼レンズ10倍、対物レンズ4倍に設定し、この時ちょうど視野いっぱいに入る大きさになるように、鉛筆であなたの名前を書いてみよう。

・気づき

.....

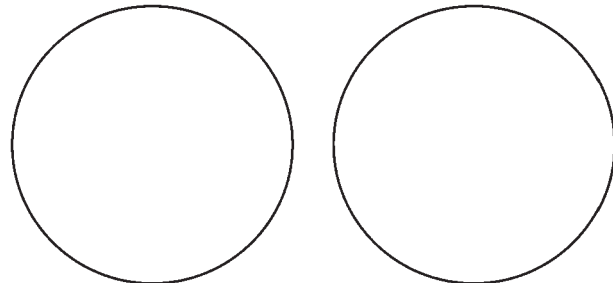
.....

.....

2. 水溶液を観てみよう。

約60°Cに温めた水溶液をスポイトで1滴スライドグラスに滴下し、カバーグラスをかけて観察。

これは何の水溶液？



観察スケッチ

観察スケッチ

気づき

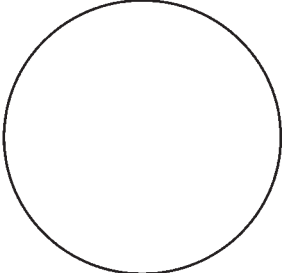
.....

.....

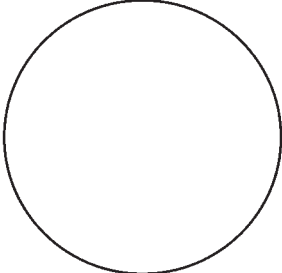
.....

図1 学生への配布プリント，ページ2

3. 印刷物で、人物や動物の顔を観てみよう。  
 配布した切り抜きをスライドグラスに載せ、眼や口など観たい部分を決め、観察しよう。



観察前の予想画



観察スケッチ

気づき

.....

.....

.....

.....

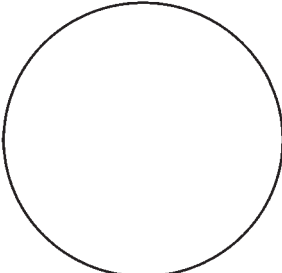
.....

.....

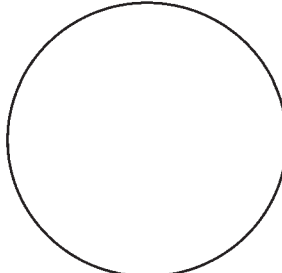
.....

.....

4. プラスチックものさしのメモリを観てみよう。



観察前の予想画



観察スケッチ

気づき

.....

.....

.....

.....

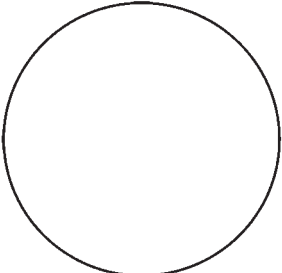
.....

.....

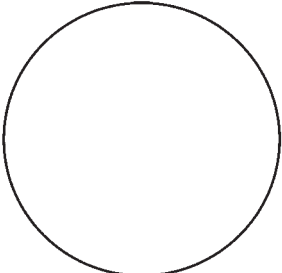
.....

.....

5. 湖山池の水を観てみよう。どんなプランクトンが見つかるでしょう。  
 スライドグラスにパンチ穴補強シールを貼り付け、できたくぼみに池の水をスポイトで滴下し、カバーグラスをかけて観察。



観察スケッチ



観察スケッチ

気づき

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

図1 学生への配布プリント、ページ3

観察Ⅰ（図1、ページ1）では、顕微鏡のしくみを学ぶ学習への導入部として、顕微鏡と虫メガネ（ルーペ）で「共通しているところ」と「違うところ」を確認させた。顕微鏡と虫メガネ、両者の共通点と異なる点を考えさせる時間をつくり、予想や疑問を持って授業に臨ませることと、導入段階で顕微鏡を構成しているレンズに意識を向かわせることを意図した。

観察Ⅱ（図1、ページ1）では、顕微鏡から接眼レンズと対物レンズを取り外して、それぞれのレンズを単体で覗くことで、接眼・対物それぞれを構成しているレンズの性質に気づかせることを意図した。接眼レンズ、接眼レンズを逆から、対物レンズという順番で観察させた。

接眼レンズを覗く前の予想では、虫メガネと同様に拡大像が見えると予想する学生が多かった。実際の観察では、倒立像が観察され（図2）、驚きの声が上がると共になぜ倒立像かということの思考する姿勢が見て取れた。一方、接眼レンズを逆から覗いた場合および対物レンズを覗いた場合は、レンズと物体を接近させると正立像が、レンズと物体を離すと倒立像が見える（図3）。予想段階では、二通りの像が見えることに考えが及びにくく、さらに正立、倒立などの用語を使った表現はほとんど得られなかった。「レンズと物体との距離」の条件設定が重要なポイントであることに視点を向けるには、支援が必要であった。観察結果について十分考察させ、接眼レンズ・対物レンズどちらも構成レンズが凸レンズであること、正立像が見えたり倒立像が見えたりするにはレンズの焦点と物体との位置関係の違いが起因していることに気付かせた。



図2 接眼レンズを覗いた像

左；観察に用いたろ紙の紙箱。中；接眼レンズを覗くと倒立像が見える。  
右；ものとレンズを中図よりもっと離すと、小さい倒立像が見える。

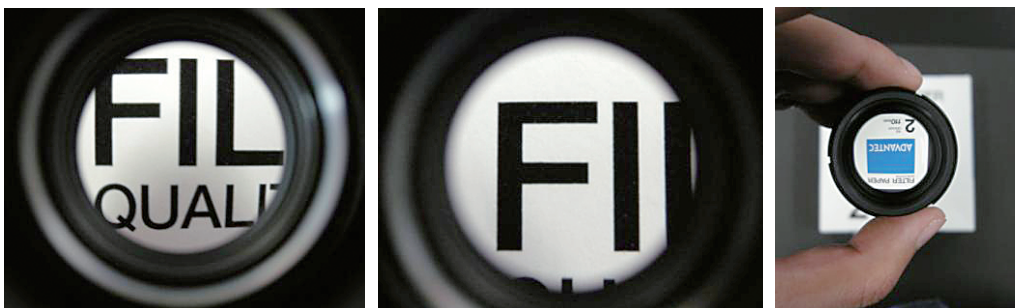


図3 接眼レンズを逆から覗いた像

左；ものとレンズを接近させると正立拡大像が見える。中；ものとレンズを左図よりやや離すとやや大きい正立拡大像が見える。右；ものとレンズを中図よりもっと離すと倒立像が見える。

観察結果から、以下のことが確認された。

1. 接眼レンズ、対物レンズ、どちらのレンズも凸レンズである。
2. 凸レンズを通して見える像と、物体の位置（焦点との関係）と像の位置・大きさ・向きの関係  
 物体が焦点の外側にある時、凸レンズをのぞくと、上下左右が逆さまの実像が見える。  
 物体が焦点の内側にある時、凸レンズをのぞくと、実物よりも大きい正立の虚像が見える。

接眼レンズも対物レンズも凸レンズで構成されていることがわかったところで、中学校理科1年1分野「光の世界「凸レンズを通る光の進み方と像」」として学習している既習事項との関連づけをおこなった。

次いで、顕微鏡から取り外して観察に用いた接眼レンズ、対物レンズを再び顕微鏡に装着させ、顕微鏡という光学機器における両レンズの機能を顕微鏡の構造と関連づけて確認させた（図4）。

「顕微鏡は凸レンズの焦点距離と物体の位置で作られる像の性質をうまく活用して、対物レンズは実像を、接眼レンズは虚像をそれぞれつくるように設計されている。対物レンズと試料との距離が唯一可変で、この距離を微調整することによって像の最終的なピント合わせをする。」という構造と機能を理解させ、操作技能の向上につなげることを意図した。

また、レンズを外して観察した時には、レンズと物体の位置を自由に変えられたため凸レンズの機能が余すところなく発揮されることが確認されたが、顕微鏡の光学系を構成する一部品として組み込まれ固定されると、機能が特化されていることに気づき、それが観察Iで取り上げた虫メガネ（凸レンズ）との共通点と相違点についての考察にも繋がることを意図した。

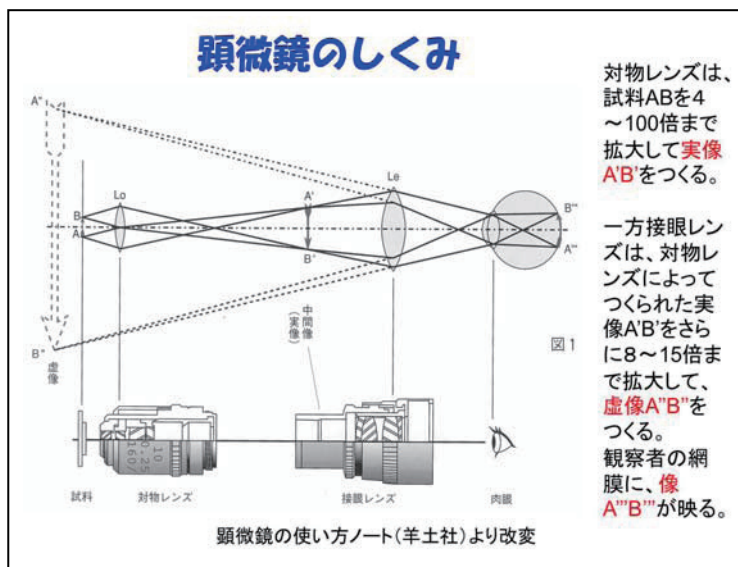


図4 顕微鏡のしくみ

**顕微鏡**

1. 顕微鏡は、凸レンズからなる対物レンズと接眼レンズを鏡筒の両端に付けたものである。
2. レンズの焦点距離から適切な筒の長さを計算して固定することで、対物レンズで実像をつくり、その実像を接眼レンズで拡大して虚像を作るという機能を持たせた光学機器である。
3. 筒の長さが固定されていて、長さが固定された筒全体を動かして試料と対物レンズの距離を変えることで、実像ができる位置を微調整する。すなわち、これが「ピントを合わせる操作」である。

続いて観察Ⅲへ進み、実際に顕微鏡による試料の観察をおこなわせた。

観察試料は、「予想と異なる意外性のあるもの」、「観ることにより興味や関心が喚起されるもの」、「動きのあるもの」、「観ることが科学的思考へと発展しやすいもの」、「検鏡技術の習得や向上に繋がるもの」等の条件を満たす教材を日常的に蓄積しておき、実践対象となる学生や季節などの状況に応じて適宜選択して使っている。本授業では配布プリントのⅢのメニューの中から1、3、4の三つの観察を選択し実施した（図1、ページ2および3）。

観察Ⅲ 1. ろ紙片に自分の名前を書き、観る（マイクロネームプレートづくり）のねらい

顕微鏡の総合倍率に対して観察物がどのくらい拡大されるのかを把握させる。また、紙の繊維に鉛筆の黒鉛が引っかかり字が書けていることに気づかせる。さらに、観察物に文字を用いることによって、顕微鏡で見えている像は上下逆転していることに気づかせる（図5）。理科授業でよく用いられる観察物の細胞は、有用な素材であるが、像が逆転して見えていることに関しては認識されにくい。本実践からも、学生の観察前予想画から、文字が逆転して見えていることに気づいていない学生が予想以上に多いことがわかった。

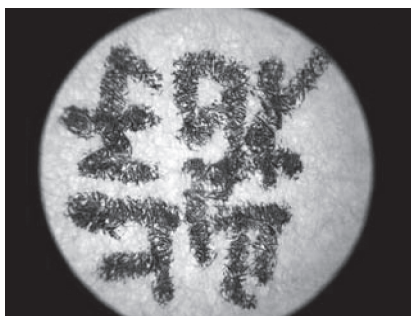


図5 濾紙片に書いた名前「山上花子」の顕微鏡像（総合倍率40倍）

観察Ⅲ 3. 印刷物の観察のねらい

印刷物は、スケッチや観察時にポイントを定めやすいように、人物や動物の顔を用いた。学生は目や口などが詳細に拡大されると予想しがちだが、実際には色の点しか見えない（図6、図7）。予想と異なる意外性をもたらす楽しさを味わわせたり、どうしてこんなふうに見えるのという疑問や興味が発展的展開へと繋がっていくことを意図した。発展的展開の一つとして、顕微鏡の大事な機能である分解能について認識できる良い機会でもある。

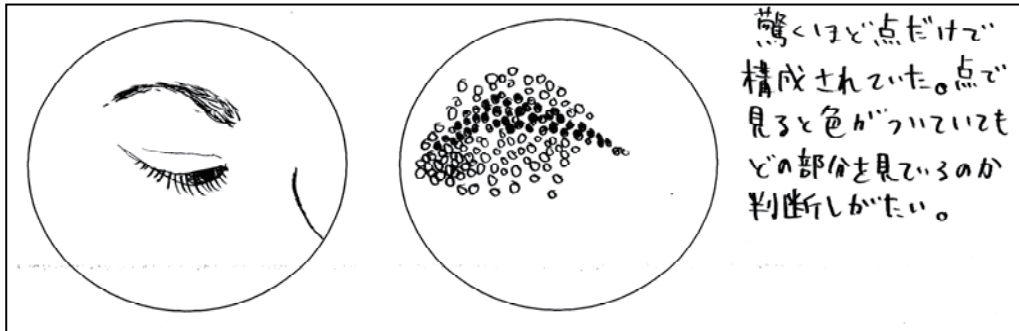


図6 学生による「印刷物」のスケッチ

左：観察前の予想画。中：顕微鏡像観察スケッチ。右：気づきメモ

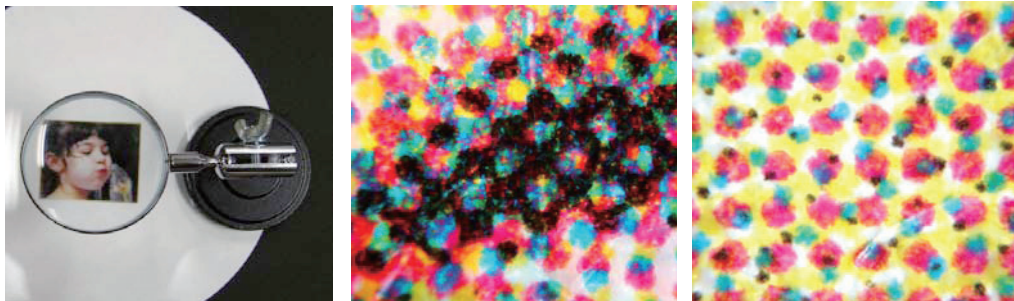


図7 図6で学生が観察に用いた「印刷物」の拡大像

左：虫メガネによる拡大像。中：顕微鏡による目の部分の拡大像。右：顕微鏡による頬の部分の拡大像。

#### 観察Ⅲ 4. プラスチックものさしの観察のねらい

普段使っているものさしのメモリが肉眼では真すぐ見えるが顕微鏡で観ると予想以上にゆがんでいることに気づかせる。また、指示しなくてもメモリが刻まれていない部分を観察し傷が見えることに興味を示す学生も多い。絞りの効果を体験する良い機会なので、絞りを操作するともっとはっきりと見えることをアドバイスする。関連して、顕微鏡用のものさしであるマイクロメーターのメモリを観せれば、非常に精巧に刻まれていることが再認識され、マイクロメーターは入試問題に頻出するので計算方法を記憶させられた物という負のイメージを抱いている学生に、顕微鏡観察に欠かせない便利なものであることが実感させられる。本授業では、観察はものさしだけについて行い、マイクロメータについては高等学校生物の場で生徒への指導展開例として触れるに止めた。

### Ⅲ. 事後アンケート調査

本授業の受講後感想を自由記述させた（無記名）。

授業計画案では授業時間内に感想を書かせる時間を確保していたが、実践では「もっと観たい」という学生たちの声に応える方を優先して授業時間終了まで顕微鏡観察を行わせた。よって、感想記述に十分な時間が取れなかったため、簡単なメモ書きで良いということにして感想を記述させた。受講生が本授業実践をどのように捉えたのかを知る手立ての一つとして、以下に受講生28名全員の感想を原文のまま掲載する（順不同）。

## 「科学学習内容学研究」 授業後アンケート調査

調査日時 平成23年 4月21日 授業実践後

調査内容 今日の授業の感想を聞かせて下さい。今日の学習で理解したことや印象に残ったこと、逆に、理解できなかったこと、わかりにくかったことや面白くないと感じたことなど、自由に記述して下さい。

1. 中学生以来の顕微鏡観察だったが、中学生の時には詳しく顕微鏡自体の勉強はしなかったもので、今回の、倒立像が正立像になるしくみや、印刷のしくみを発見させる学習法はすごく新鮮に感じた。私自身あまり顕微鏡が好きではないのだが今回の体験で少し好きになった。

2. 接眼レンズや対物レンズだけを使って、理科の他単元とも絡めた説明はこんな授業を自分が中学生の時に受けたかったと思うほど新鮮で目からうろこでした。ただ、レンズの説明の際に焦点や屈折などを用いて説明されましたが、もしその分野を理解しきっていない生徒が聞けば、逆に混乱してしまうのではないかと感じました。

3. 顕微鏡は今まで何回も使ったことがありましたが、今日のようなレンズだけを覗いてみるという使い方はしたことがなく、こういう授業であればもっと理科が楽しくなると思った。教科書に載っている動植物の観察もおもしろいと思いますが、自分の持っているものさしや自分の書いた字を観察することで、もっと身近なことに科学的な興味を持つようになると思う。ものさしは、自分が思っていた以上に歪んではいみせんでしたが、細かいキズがはっきりと見られたのが面白かったです。

4. 中学校では植物など見るときに顕微鏡を使ったことはあったのに、ものが倒立で見えていることは知らなかった。顕微鏡は観察する時に使用する器具という認識が強かった。どんな風にもものが見えているのか分かったと、とても興味が持てると思った。予想とは異なる意外性のあるものは子どもたちにも興味が湧くと思うのでいいと思った。同じ倍率なら対物レンズの倍率が高い方が良いことは知らなかった。

5. 久しぶりに顕微鏡を扱って、忘れていた知識が思い出されて良かった。ものさしの目盛りを見ると、普通に目で見ると直線なのに、意外と波になっていたことに驚かされましたし、写真も拡大されて見えるのだろうと考えていたのに多数のドットしか見えなかったことに驚かされました。

6. 顕微鏡の使い方だけではなく、その仕組みをレンズなど部品ごとに見ていくことがおもしろかった。物事を予想する楽しさや必要性を感じた。どのように顕微鏡を使い、活用していくかを考える良い時間だった。

7. 「生徒に予想させる」→「実験」→「何が分かったのかを考えさせる」という過程が科学的な目を育て、科学的に分析する能力を育てるという教え方のポイントが分かった。ただ詰め込み式の

授業ではなく参加型の授業の良さを感じた。意外性のあるものを教材として使うことで楽しさも感じて、生徒の意欲と授業への関心や印象付けに大きく役立つことも分かった。

8. 接眼レンズ、対物レンズそのものだけを観察したことがなかったので、どんなふうに見えるか予想を立てて実際に観察するのは楽しかった。

9. 接眼レンズが1つあるだけで実像、虚像の勉強ができることが驚きだった。自分は型にハマった学習法しか考え付かなかった。いろいろな視点から物事を見ることで楽しみかたも変わるということに気付けた。

10. 他の講義と違い自分から主体的に活動できる授業だったので楽しく取り組めた。また、忘れつつあった顕微鏡の使い方を再度確認することができて良かった。

11. 写真を拡大して見たら色の点がたくさん見えて驚いた。見る前に予想の図を考えたことで、実際に顕微鏡を通して見たときに予想と違ったことに対する驚きが大きかったし、そこから疑問が生まれた。文字を見たことで、顕微鏡で見えている像が倒立であることや、中学生の時に分らなかった対象を中心にもってくるための動かし方が分かり、良かった。

12. 一番印象深かったのは写真を顕微鏡で見た時です。自分の予想と全く異なったものが見えてとてもビックリしました。普段自分が何気なく見ているものを拡大して見れば、いろんな発見があることを学びました。

13. 中学校でも、今日の授業のような教え方で教えてもらいたかったなと思った。今日の授業では実際にレンズを覗く場面では予想を通して深くレンズについて理解できたし、ものを見る場面では、顕微鏡の使い方を知らず知らずのうちに理解できた。顕微鏡からレンズを外すことは子どもには危ないので実際教室で使うことはないかもしれないけど、ものさしや写真を見たり、文字を書かせて見るという作業はすごく意味があると思った。

14. 人の顔写真が点でしか写らないことに驚き、先生もおっしゃっていたようにそこが虫眼鏡との違いだと思う。改めて顕微鏡の実力を知らしめられたように感じる。 $\times 40$ での視野の広さも初めて知った。これからの学習に活かそう。

15. 自分の名前を書いて視野いっぱいにするという作業が一番印象に残った。これをするだけで、顕微鏡で見えている像が倒立像で、 $40\times 10$ の視野が実物ではどのくらいかが一発で分かりビックリした。中学校で受けていた授業よりも印象に残りやすい授業だった。それは自分で予想したり工夫する点が入っていたからだと思う。

16. 接眼レンズと対物レンズをそれぞれ覗くことで、レンズの特徴を知るといのはおもしろかった。また、接眼レンズを逆から覗くと近づいた時に正立像が見えるというのは、接眼レンズの構



造から考えたら理解できることのはずだが、やってみるまでは気付けなかったのが驚きだった。気づきが大事である。

17. 中学の頃に学んだ顕微鏡の使い方を思い出すことができた。実像、虚像という言葉も懐かしい言葉を聞くことができた。ただ、実際に私が中学生に教えるといろいろとハプニングが起きそうで怖い。

18. ただ何も考えずに観察するのと、あらかじめ何かしら予想をして観察するのでは頭への刺激が大きく異なる気がする。前者より後者の方が圧倒的に記憶として残りやすいのだと思った。一見同じことをしているようでも意識の有無により学習の質が異なるようだ。

19. 顕微鏡だけで90分の授業が楽しくできることを知りました。レンズの性質は覚えているようで案外忘れていたことが多かったです。名前を書いてみる実験では、1回でピッタリ視野にはまったのが嬉しかったです。時間の経つのが早く感じました。1つ疑問に思ったのですが、印刷物ではなく現像した写真を拡大するとどう見えるかが気になりました。

20. 顕微鏡を使う機会はあったが、しくみに関してはほとんど知らなかったので知ることができて良かった。

21. 結果を予想することが楽しかった。理科教育ではこういった実践を通して学んだ知識や考え方は身につけやすいと思った。顕微鏡の扱い方に関しては自分では分かっているつもりだがいざ説明せよとなると不安なのでおさらいしておきたい。

22. 顕微鏡のしくみについて知らなかったのでとても勉強になりました。接眼レンズと対物レンズを単体でのぞく観察がおもしろかったです。物体が焦点距離の内にあるか外にあるかで像の見え方が変わるというのが目で見てハッキリ分かりました。写真についても、後で考えてみれば点で印刷されているのが分かりましたが、実物を見て、観察前の予想と違っていて驚きました。

23. しぼりを使ったらものさしの傷が見えて、それが相当ひどかったことに驚いた。対物レンズの方が解像度が高く、倍率を600倍にするためには対物レンズの方の倍率を高く設定した方が良いということを初めて知った。接眼レンズを逆から物(字)に近づけると虫眼鏡のように正立して見えることに驚いた。その原理に焦点距離が関連していることを知り、知識が関連できてよかった。

24. 顕微鏡で見える像は倒立像であることは知識として知っていたが、今日、接眼レンズと対物レンズをじっくり観察することで、倒立像が見える原因が接眼レンズにあることを知った。また、これは焦点距離が関係していることが分かり、昔学んだ知識と繋がった。しかし、私の理解力では焦点距離の説明部分をもう少しゆっくりして頂きたかった。

25. 熱中してしまった。予想を立てさせてから検証を行うことがトレンドと聞いていたが、なるほどこれなら生徒も楽しみながらも科学的に学べると納得できた。60×10、40×15の部分に興味を

抱いたが何故そうなるのかが分らず不完全燃焼だった。顕微鏡の仕組みを図で説明したスライドがよかった。

26. 授業前のアンケートを書いた時点では、中学時代に何か観察をやったということしか覚えていなかったが、レンズの観察をし、像を観察する中で仕組みや取扱い方を少しずつ思い出せた。同じ倍率で見るときの対物レンズの倍率を上げた方が良いということを知った。顕微鏡にかぎらず、観察のポイントを教える時は、どこの部分をどうやれば良くなるか、重要な部分を抑えることが大事だと思った。

27. 私が中学時代に受けた授業では、ただ顕微鏡の使い方を教えてもらっただけで仕組みなどについて詳しく勉強したような覚えはありません。今日授業を受けて顕微鏡のレンズのしくみや見え方について初めて知る事ばかりでとても楽しく話を聞くことができました。実は今までは観察の道具という認識しかなかったです。顕微鏡1つにしても色々な勉強ができることが分かりました。

28. 顕微鏡の仕組みについては学習してきたはずなのですが、「おおっ！」という場面がたくさんありました。レンズをそれぞれ覗いた時の像にはかなり「すごい！」と思いました。きっと子どもたちも「すごい！」と思ったことは印象に残りやすいと思うので、自分が授業をやる時は同じように思ってもらえるようなものにしたいです。“名前を書く”“写真”が面白かったです。

#### IV 考察

学生たちの事後感想から、彼らが授業をどのように捉えたのかを検証した。以下に、共通して取り上げられた内容について、言及した人数が多かった順に議論を展開する。

1. 積極的に授業に参加できたことを示す表現が、受講した28名全員にみられた。授業実践中の活動状況から、主体的に授業に取り組んでいる様子が把握されたが、それが感想からも裏付けられた。「楽しかった」「おもしろかった」「嬉しかった」という表現が11名、「初めて知った」「驚いた」が11名、「好きになれた」「積極的に参加できた」「熱中した」が3名、「わかった、理解できた」が3名、その他「・・・することができた」「・・・ができて良かった」などがあつた。

2. 自由記述としたアンケートの中で、20名の学生が取り上げたのが、「顕微鏡のしくみ、像の見え方などがわかった」であった。

内容の記載にキーワードとして「レンズだけ」「レンズを使って」という語が最も多くの学生に共通して使われ、直接この語を使って表現した学生が13名いた。具体的には、「レンズだけを直接覗くことで、顕微鏡のしくみや像の見え方がよくわかった」、「以前にレンズの学習で習った実像・虚像・倒立像、焦点距離などの知識と顕微鏡のしくみがつながった」といった内容が多く、他に「レンズだけを使って覗くという視点や展開がおもしろかった」、「レンズをそれぞれ覗いた時の像がかなりすごい！自分も子ども達に同じように思ってもらえる授業をしたい」などであった。

一方、「顕微鏡がみえるしくみ」をキーワードに、「顕微鏡がみえるしくみを理解した」と述べた学生が7名いた。両者を合わせると「顕微鏡のしくみが理解できた」とする人数は20名に上り、レ

ンズだけに視点を絞り込んだ学習方法が効果的であったことや展開の与えた印象が大きかったことが伺えた。

3. 次に多かったのが、予想させることに焦点をおいた「授業展開」について言及した記述であった。直接、「予想」という語をキーワードに感想を記した学生は12名であった。その内容は、「観察前に予想するから、意外性のある結果に興味が喚起される、驚きが生まれる、疑問が生まれる」が4名、「予想を立ててから観察することが楽しかった」が3名、予想をしたことで、中学で受けた授業より印象に残りやすい、圧倒的に記憶に残りやすい」が2名、「予想をすることで、深く理解できた」が1名であった。

そのほか、「「予想」→「実験」→「結果から考察させる」という過程が科学的な目、科学的分析能力育てるという教え方のポイントが分かった」、「「予想を立てさせてから検証を行う」ことが重要と聞いていたが、生徒も楽しみながらも科学的に学べると納得した」など、体験した授業展開を教師の視点で捉えたものもあった。本授業実践を通じて「予想することが大切」ということを学生達が自ら実感したり、考えるに至ったことが示された。教員を志望する学生だけではなく現場の教員からも、「考えるという科学的思考活動を重視した授業を組み立てるのは難しい」という声が日常的に多く寄せられる。筆者は、教員自身が「予想する楽しさ」を味わうことが、授業を共感的に構成していくことを可能にする手立てではないかと思っている。

4. 一部は前述の3で取り上げたが、感想の中には、生徒を教える教師の立場や授業を受ける子どもたちの立場から本時の授業展開を振り返って考えや意見を述べたものが目立ち、合わせると20名に上った。

教授方法や教材研究に関して感じたこと、わかったことや考えたこととして、「本時のねらいに対する理解のさせ方」、「他分野の単元との関連付けの重要性和その方法」、「しくみを生徒に発見させる学習方法」、「観察のポイントの押さえ方」、「理科が楽しくなる授業」、「顕微鏡授業の可能性」などがあった。

知識の定着や興味や関心の喚起、科学的思考や科学的態度の育成に関してわかったこととして、「実践を通して学んだ知識や考え方は定着しやすい」、「しくみや理由がわかると興味が持てる」、「予想とは異なる意外性のあるものは子どもたちにも興味が湧く、生徒の意欲と授業への関心や印象付けに大きく役立つ」、「生徒に予想させる事に始まる科学のプロセスの過程が科学的な目を育て、科学的に分析する能力を育てる」、「予想を立てさせてから検証を行う授業は、生徒も楽しみながらも科学的に学べる」などがあった。

また、「顕微鏡をどう使い、どう活用するかを考える良い時間だった」、「これからの学習に活かそう、活かしたい」、「自分も、同じように思ってもらえる授業をしたい」など、自分自身の授業構築への姿勢を綴ったものもあった。

これらの感想から、本授業を通じて各々の学生達が、自らが将来的には生徒に教授する立場になることを自覚しながら授業を捉えたり教授方法を検討したりすることができたと見て取れた。

5. 授業の後半で行った顕微鏡観察で用いた観察物について分析した。

本授業で用いた観察物はどれも、これまでの実践でも使用しており、学生の興味を喚起し、驚かせ、確かな手応えを得られるものとして裏付けがあった。本授業でも、授業中の学生の活動状況から、それぞれの教材で意図した効果が得られたと判断された。しかしながら、実践後の感想で、印象に残ったとして観察物を取り上げた人数は、写真（印刷物）が5名、字を書く4名、ものさしが2名と少なかった。この結果は、本授業では、観察物のおもしろさ以上に、観察の基盤となる顕微鏡の

しくみについて学んだことや予想してから観察するという科学的探究のプロセスを体験したことがより強く学生の印象に留まったことを表しているのではないかと考えられた。

以上の学生からの感想の分析に加えて、授業実践中の学生の活動状況からも、積極的に、楽しく授業に参加できている様子が見て取れた。また、授業展開中の発問に対する学生の回答、予想画や観察スケッチに対する授業実践中の評価および提出物されたプリントによる授業後の評価から総合すると、本授業プログラムのねらいが概ね達成されたと考えられた。

1名から「レンズの説明の際に焦点や屈折などを用いて説明されましたが、もしその分野を理解しきっていない生徒が聞けば、逆に混乱してしまうのではないかと感じました」という負のコメントがあった。踏み込んだ教材を展開するときには、より明快でわかりやすい説明展開を工夫していくことを今後も継続課題とする。

以上、授業実践および事後感想の検証から、授業のねらいである「顕微鏡のしくみ」を「レンズ」に視点をおいて学ばせる授業プログラムとその展開は、学生の興味・関心を喚起し、授業への積極的な参加を促し、結果として教材の深い理解を可能にしたと言えるのではないだろうか。また、「予想をさせる」ことから始める授業展開を経験した学生たちに、「科学的探究活動」を取り入れた授業展開の重要性に気づかせるとともに、そうした授業が楽しいと実感させることができた。

本研究で行った顕微鏡を用いた授業プログラムの構築と授業実践は、教員志望の学生に授業構築における内容学的な深い掘り下げの重要性と授業展開の方法とを体験的に学ばせる授業として提案できると考える。

## 謝辞

受講生の授業後感想をアンケート用紙からファイルへ入力する作業を、本授業のティーチングアシスタントである本学大学院地域学研究科1年の松坂大偉さんに協力いただいた。感謝の意を表する。

## 参考文献

- 国立教育政策研究所編 (2008), 国際数学・理科教育動向調査の2007年調査 (TIMSS2007) 国際調査結果報告 (概要).
- 国立教育政策研究所編 (2010), 生きるための知識と技能4 -OECD生徒の学習到達度調査 (PISA) 2009年調査 国際結果報告書, 明石書店.
- 国立教育政策研究所編 (2010), PISA2009年調査 国際結果の分析・資料集.
- 中央教育審議会 (2008), 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について (答申).
- 野島博編 (1997) 顕微鏡の使い方ノート, 羊土社.
- 野島博編 (2011) 改訂第3版 顕微鏡の使い方ノート, 羊土社.
- 文部科学省 (2005) 小学校理科・中学校理科・高等学校理科指導資料—PISA2003及びTIMSS2003結果の分析と指導改善の方向性一, 東洋館出版社.
- 文部科学省 (2008) 小学校学習指導要領.
- 文部科学省 (2008) 中学校学習指導要領.

(2012年2月3日受付, 2012年2月14日受理)