

中学校 理科

「自ら考え、自ら問題を解決する資質や能力を高める」ための指導法の研究  
－光の学習における個やグループの発想を生かした実験の工夫を通して－

義務教育課 研究員 小野寺 良治

要 旨

光の学習において、一人一人が自分で考えた実験を行い、体験をすることで個々の考えをもたせ、ブレインストーミングを取り入れた相互作用を含むワークショップ型の学習法を取り入れることにより、生徒が「自ら考え、自ら問題を解決する資質や能力」を高めることができた。

キーワード：中学校 理科 ワークショップ コミュニケーション能力 ブレインストーミング

I 主題設定の理由

原籍校の生徒の実態として、学力検査からは知識・理解の定着は高いが、科学的な思考や表現力に関する問題の正答率が低く、普通の授業において自然の事物・現象を理科で学んだことや実験結果と結び付けて思考したり、表現することを苦手とする生徒が多いことが挙げられる。また、事前調査からは学習に対して受け身の生徒が多く、自分の力で考えて問題を解決しようという意識が低いことも分かった。また、自分自身を振り返ると、意図的にそのような力を育てる指導の工夫をしてきたかという反省もある。そこで、これらの課題を克服し、「自ら考え、自ら問題を解決する資質や能力」を高めるためには、生徒個々の疑問や考えを引き出し、それらを持ち寄ってグループで練り合いながら問題を解決していく場面の設定が有効と考え、本研究を進めることにした。

近年の認知心理学の研究から「考える力」を高める方法として、仲間とのコミュニケーション能力を伸ばすことが有効であるといわれるようになった。自分の考えや疑問を仲間と意見交換することにより、自然に自分で自分の考えをまとめることができるというのである。そのためには、まず身近な自然の事物・現象に目を向けさせ、自分なりの疑問や考えをもたせなくては行けない。そして、その疑問を自分達の力で解決することができれば、もっと知りたいという意識が働き、それが「自ら考える力」につながっていくのではないかと考えた。そこで、本研究では、参加・体験・相互作用（グループ）の三つの特徴をもつワークショップ型の学習法を取り入れることとした。ワークショップ型の学習法とは、一人一人が実験に参加し、体験することによって感じたことを持ち寄り、生徒同士の相互作用によって、多様な考え・視点・発想を交流することである。そして、仲間とのかかわり合いを通して、自然の事物・現象についての規則性を見つけ出させることにより、「自ら考え、自ら問題を解決する資質や能力」を高めることができると考えた。

光の分野は中学校理科の第1分野の導入である。中学校の理科学習のスタートでもあるこの時期に、普段は気付かずにいる光の現象の不思議さに触れさせ、自分の力で考え、解決する経験をさせることは、今後中学校3年間の学習の土台づくりにもなるであろう。また、そのことは、これから様々な場面で自分で問題を解決しようとする「生きる力」につながっていくのではないだろうか。

II 研究の目標

光の学習において、個やグループが練り合いを通して課題を解決していく場面を意図的に設定することによって、自ら考え、自ら問題を解決する資質や能力を高めることができることを、実践を通して明らかにする。

III 研究の仮説

光の学習において、参加・体験・相互作用（グループ）の三つの特徴を含むワークショップ型の学習法を

取り入れることにより、自ら考え、自ら問題を解決する資質や能力を高めることができるであろう。

#### IV 研究の実際とその考察

##### 1 ワークショップについて

スピーチコミュニケーション教育研究所の村松賢一(2006)によると、考える力を高めるためには仲間との相互作用が必要であり、グループの相互作用を通すことによってコミュニケーション能力が身に付き、コミュニケーション能力を鍛えることで考える力を高めることができる。しかし、グループ活動といってもただ集まって作業をすればよいというわけではない。活発なグループ活動を成立させるためには、生徒全員が学びに参加し、自然現象を実際に体験して、個々の考えを持ち寄る必要があるだろう。そこで、図1のような、参加・体験・相互作用（グループ）の三つの特徴をもつワークショップ型の学習法を取り入れることで、「自ら考え、自ら問題を解決する資質や能力」の向上につながると考えた。ワークショップ型の学習法は、参加体験型グループ学習とも呼ばれており、総合的な学習の時間には多く取り入れられているが、理科などの教科で行われている例はまだ少ない。

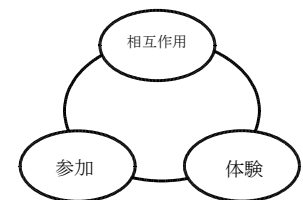


図1 ワークショップの3つの特徴

##### (1) 「相互作用（グループ）」について

生徒の相互作用の重要性を基に、「学びの共同体」を提唱している東京大学大学院教授の佐藤学(2006)によると、グループ活動の相互作用について、グループ活動のよさは、他者とのかかわり合いを通して多様な考えに出会い、自らの思考を生み出し吟味できるとある。そして、グループ活動では生徒同士がかかわるためのコミュニケーション能力が不可欠になるが、コミュニケーション能力について村松賢一(2006)によると、図2のように、コミュニケーションは自己内対話を伴い、他者と対話する一方で常に自らの声を聞いて自己内でも対話している。つまり、自然に自分の考えを自分の中でまとめている作業なのだ。さらに、認知心理学の分野でもコミュニケーション能力を鍛えることが、「考える力」を高める一番確かな道だと考えられている。

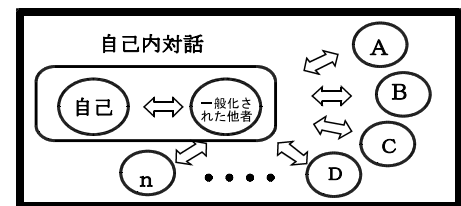


図2 コミュニケーションと自己内対話

そこで、光の学習において「ブレインストーミング」を取り入れた仲間のかかわり合いを通して、自然の事物・現象の規則性を見つけ出させる問題解決場を設定した。自分が感じた疑問や考えを仲間との意見交換で出し合い、話し合うことで自己内対話が生まれ、考える力を高めることができるだろうと考えた。ブレインストーミングは生徒全員に発言する場や学びに参加する場を保障するための方法であり、生徒同士のコミュニケーション能力を高める手段としても効果的であると考えている。

また、旧ソビエトの心理学者であるヴィゴツキーは、子どもの精神発達には2つの水準があると考え、子ども自身が自分だけで達成できる発達水準と、他者からの援助や協同によって達成できる水準があるとし、この2つの水準のずれの範囲を「発達の最近接領域」と呼んだ。つまり、子どもが一人でできる領域とがんばってもできない領域の中間に他者の援助があればできる領域があるとする考えである。そこで、生徒にとって予想の幅が広く、少しレベルの高い課題設定の工夫と、自由な発想を可能にする「素朴概念調査法」を取り入れたワークシートの作成に取り組んだ。レベルの高い予想問題を絵や図で表しながら、相互作用で解決することによって、予想や考えの幅を広げ、「発達の最近接領域」を引き上げることができると考えた。

##### (2) 「体験」について

体験学習法を提唱している聖マーガレット生涯教育研究所の西田真哉(1999)によると、体験による気づきが重要であり、それを分析し概念化することによって、次の新たな体験に生かすことができるとある。体験を通すことによって気づきが生まれ、それが学習を深めるということである。理科の学習でも、実際に実物を見たり、観察したり、体験したりすることによって、与えられた疑問ではなく自分の内面からの気づきや感動が生まれてくるはずである。しかし、学習内容によっては自然の事物・現象を体験させることが難しい場合もある。特に、光は生活と密接にかかわっているが、身近すぎて光の現象に疑問を感じる機会が少ない。そこで、とらえることが難しい光の現象をできるだけ多く体験させる教材の開発に取り組んだ。特に、光の導入から屈折までの授業では実験の種類と順序を工夫し、単元を通して生徒の思考をつ

なげて発展させる指導過程を設定することによって、興味・関心や自分なりの考えをもたせることができるのではないかと考えた。また、生徒一人一人の内面からの気づきや感動を引き出すには、個々の発想を生かした観察、実験が必要であると考え、自由試行の実験を取り入れることとした。

### (3) 「参加」について

これまでの経験を振り返ってみると、小グループで実験をさせたり自由試行の実験の場面を設定したとしても、必ずしも一人一人に活動の場を保障できるとは限らない。そこで、生徒一人一人が確実に観察、実験に参加できるような実験装置の製作に取り組んだ。例えば、安価に自作でき目的に応じて使い分けができる光源装置などである。光源装置は生徒一人一人に3種類準備し、他の実験器具もできるだけ学級の生徒の人数分用意して、自由に自分の考えで実験に取り組めるような場面設定を工夫した。それぞれの自由な体験を通して得た感覚は個別性の強いものであり、一般性に欠ける場合があるが、そこは、先に述べた相互作用による練り合いによって確かな疑問へと発展させた。

### (4) 研究内容

以上のように、参加・体験・相互作用（グループ）に関する理論と実践方法を探った成果から、次の3点を本研究の柱として設定した。

- ・ブレインストーミングを取り入れた問題解決場面の設定（相互作用）
- ・体験を伴った実験装置の製作（参加・体験）
- ・素朴概念調査法を取り入れたワークシートの工夫と活用

## 2 検証授業の実施

### (1) 対象生徒及び授業実施校

ア 対象生徒：八戸市立根城中学校 1年1組（28名） 1年2組（28名） 1年6組（28名）  
イ 検証期間：10日間（平成19年5月7日～5月18日）

### (2) 検証計画及び検証方法

指導計画

時	授業内容	主な学習内容の流れ
1	目でものが見えるのはなぜか	1 ものが見えるのはなぜかを「ブレインストーミング」で意見交換する。 2 暗闇を体験し、ものが見えるためには何が必要かを考えてまとめる。
2	光の直進	1 光はどのように進むかを考え「ブレインストーミング」で意見交換する。 2 光が進む様子を観察し、光の直進性を確認する。
3	光の反射 (検証授業)	1 ワークシートの実験前の問題（予想問題）を解く。 2 予想を「ブレインストーミング」で意見交換する（1クラスのみ実施）。
4	ワークショップ型	3 自由試行で実験する（光の反射、屈折のきまりに気付く）。
5	光の屈折 (検証授業)	4 気付いたことを「ブレインストーミング」で意見交換し（3クラスとも実施）考えをまとめる（光の反射、屈折のきまりを確認する）。
6	ワークショップ型	5 ワークシートの実験後の問題を解く。

主な検証方法は、毎時間使用するワークシートの記述内容と事前・事後の意識調査の分析である。ワークシートは、堀哲夫(2003)が「学びの意味を育てる理科の教育評価」で提唱している素朴概念調査法を取り入れ、授業に合わせた形式に改めた。この方法は一枚の用紙の中で、同一の問題を利用して、自己の学習前後における変容を具体的内容を伴って可視的な形で自己評価させるものであり、授業のはじめに予想問題を解き、実験後にもう一度同じ問題を解くという方式である。今回の検証授業では、授業のまとめをする前に実験後の問題を解かせ、その問題の通過率から「自ら問題を解決する力」を、また予想した理由と自由形式の感想の記述から生徒の考えや思考過程を分析することで「自ら考える力」を読み取ることとした。使用したワークシート例は後述の図15、図16に示す。この方式は評価の他に、生徒に授業のねらいを明確にとらえさせることにも有効であり、ほとんどの生徒が目的意識をもって実験に取り組むことができていた。また、文章や図で自分の考えを表現できるので、自由に仲間と意見交換するワークショップ型の授業に適していると思われる。

### (3) 検証授業の実施及び生徒の変容

ア ブレインストーミングを取り入れた相互作用（グループ）の場の設定について

はじめに図15、16のワークシートの予想問題を解かせ、自由試行の実験の後、班で意見交換し、教え合いながら考えをまとめさせる方法で行った。屈折の実験では、予想問題のイメージをもたせるた

めに図3のような装置で水中の魚モデルを棒でねらって突かせ、うまく当たらないことを体験させてから問題を解かせた。そして予想やまとめの意見交換の場面では「コミュニケーション能力」の向上を図るために「ブレインストーミング」を取り入れた。ただ単に話し合いの場を設けるのであれば、発言力のある生徒だけが意見を述べることが多いが、ブレインストーミングを取り入れることによって、「意見を述べられる場、お互いの意見を聞く場、お互いを認める場」をすべての生徒に平等に与えることができる。これは、ワークショップでよく使用される集団（小グループ）によるアイデア発想法の一つで、参加メンバーが自由奔放にアイデアを出し合い、互いの発想の異質さを利用して連想を行うことによって、さらに多数のアイデアを生み出そうという集団思考法・発想法のことであり、次のようなルールがある。



図3 屈折の導入実験装置

- ①自由奔放（奔放な発想を歓迎し、的外れな意見でもかまわない）
- ②批判厳禁（どんな意見が出ても、それを批判してはいけない）
- ③質よりも量（数で勝負する）
- ④他人のアイディアに便乗する（出てきたアイデアを結合し、改善して、さらに発展させる）

更に、場面に応じて発表の順番を決め、自分の番では必ず一つの意見を述べなくてはならないという方法がよく使われる。検証授業ではわかりやすいように次のようなルールを設定して行った。

- ・一人一つの意見を必ず述べ、述べたら次の人にバトンタッチする。
- ・人の意見には必ず「うんうん」とうなずく。（人の意見の批判は絶対にしない）
- ・とにかくたくさん意見を出す。（つまらない、見当違い、ちょっとふざけたアイデアもOK）
- ・人の意見を聞いて何度でも自分の意見を変えてもよい。

班の中での意見交換が3周したら、順番は関係なく自由に意見を述べてよいこととした。お互いの意見は上記のワークシートの裏側にある「気付きシート」に書き込んでいく。そして、ブレインストーミングを行う場面設定による効果の違いを見るために、「予想・実験途中・まとめ」の3段階で行うC組と、「まとめ」のみで行うA組、B組とに分けて実施した。

#### イ 自由試行の実験装置（参加・体験）

予想問題を解いた後に自由試行の実験に取り組む場面を設定した。多くの種類と数の実験装置を用意することにより、自分で考えた方法での実験を可能にした（図4）。理科室の後ろの台に操作方法を書いた紙と一緒に実験装置を並べておき、自由に使用させた。反射・屈折の実験で用意した実験装置は以下の通りである。

- (ア) レーザーポインタ（図5）。薄型レーザーポインタを電池ボックスに取り付けるだけの光源装置である。全員分用意。直進性が強いので、水中や個体中での屈折の実験に適している。
- (イ) LED光源装置（図6）。レーザーポインタは扱いによっては危険な場合がある。その代わりに光が目に入っても安全なLEDを使った光源装置を製作した。LEDは光の強さと色の違いで2種類を全員分用意した。光は弱いが光線が太くて見やすいので空中での実験に適している。
- (ウ) アクリル丸棒光源装置（図7）。平らな場所で光の筋が確認できるアクリル丸棒を使った光源装置を製作した。実験台上に2m程のはっきりした光線を得ることができるので、反射の実験で利用価値が高い。図7のように反射の法則が確認できる。全員分用意した。
- (エ) フォグマシーンを使用した光線の確認（図8）。理科室を霧状にして、レーザーポインタやその他の光源から出た光を見えやすくした。光線を立体的にとらえることができるので効果的である。
- (オ) 反射の実験装置（図9）。アクリル板をはさんでろうそくを置き、手前のろうそくに火を付けると向こう側のろうそくにも火が付いているように見える装置であり、鏡の中の像ができる位置を確認できる。また、実験台にマス目を書いた白模造紙を敷き、実験台全体を方眼紙にした。さらに、自由に鏡を置けるように、L字型の留め金で鏡を立たせられるようにした。アクリル板、鏡ともに全員分用意した。
- (カ) 寒天の水槽モデル（図10）。水中の魚の見え方を確認することができる寒天の水槽モデルである。一人一人が水中の魚の見え方、光の進み方を体験できるようにし、全員分用意した。



図4 実験の様子

- (キ) 屈折体験装置 (図 1 1)。針金の先に金魚の模型を付け、塩ビ管に固定する。空気中でねらいを付けたまま水中に入れると、魚モデルが視界から消えてしまう。水中で魚が見えるように針金を曲げると、曲げた針金が光の通る道そのものになる。水中で魚が見えなくなったときの生徒の驚きは大きなものであり、この実験装置から魚が浮き上がって見えるしぐみに気付いた生徒が大勢いた。全員分用意した。
- (ク) 水中からの景色装置 (図 1 2)。水切りバットの底を切り抜き、透明半球をつけて下からのぞけるようにした。水を入れたときと入れないときの景色の違いを体験できる。図 1 2 の中央が水がない時の様子、右図が水を入れた時の様子である。水を入れると見えなかった景色が見えてくるのが分かる。

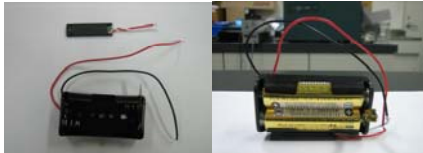


図 5 レーザーポインタ



図 6 LED光源装置

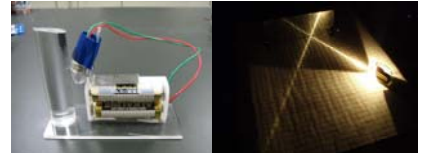


図 7 アクリル丸棒光源装置

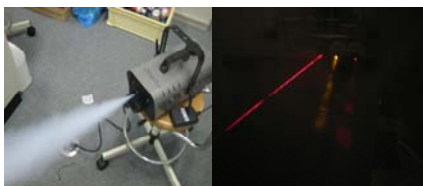


図 8 フォグマシーン



図 9 反射実験装置

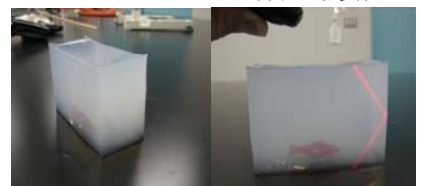


図 10 寒天の水槽モデル



図 1 1 屈折体験装置



図 1 2 水中からの景色装置

ウ 検証授業前後におけるアンケートから

検証授業の前後においてアンケートを実施した。項目は以下の通りである。

- |       |   |
|-------|---|
| 設問 1  | 理科は好きですか                                |
| 設問 2  | 理科の学習に興味がありますか                          |
| 設問 3  | 身の回りの自然現象で、「なぜだろう」「不思議だな」と疑問をもつことがありますか |
| 設問 4  | 理科で学習した内容を、もっと知りたいと思いますか                |
| 設問 5  | 理科の授業では、人まかせにしないで、自分の考えた方法で実験に取り組んでいますか |
| 設問 6  | 理科の実験には、しっかりと自分の考え(予想)をもって取り組んでいますか     |
| 設問 7  | 理科の学習で、自分の予想や考えを述べることができますか             |
| 設問 8  | 理科の実験は、友達の見解や考えを参考にしながらも、自分の力で解決できますか   |
| 設問 9  | 光の学習に興味がありますか                           |
| 設問 10 | 光の現象に「なぜだろう」「不思議だな」と疑問をもつことがありますか       |
| 設問 11 | 光の学習で習ったことを、もっと知りたいと思いましたか              |

上記の設問項目を、5段階の選択肢でアンケートを実施した。研究主題にある「自ら考え、自ら問題を解決する資質や能力」の変容を見る項目は、設問 4～設問 8 であるため、これらを中心に分析を行った。

図 1 3 のグラフを見ると、授業後の意識が高くなっていることが分かる。選択肢の移り変わりを見ると、授業前には「どちらともいえない」と答えていた生徒も、授業後には「できた」「そう思った」と自信をもって答えるようになった。図 1 3 で表したグラフ以外の設問もすべて同じ傾向である。また、11項目すべてにおいて1%水準で有意差が認められた。特に、検証授業前後の変化が一番大きかった項目は、設問 7「理科の学習で、自分の予想や考えを述べるができる」であり、2番目に高かったのは、設問 8「理科の実験は、友達の見解や考えを参考にしながらも、自分の力で解決できる」であった。11個の設問の中で、ねらいにしていた設問に大きな変化が表れたことは、授業の効果があったと考えることができる。



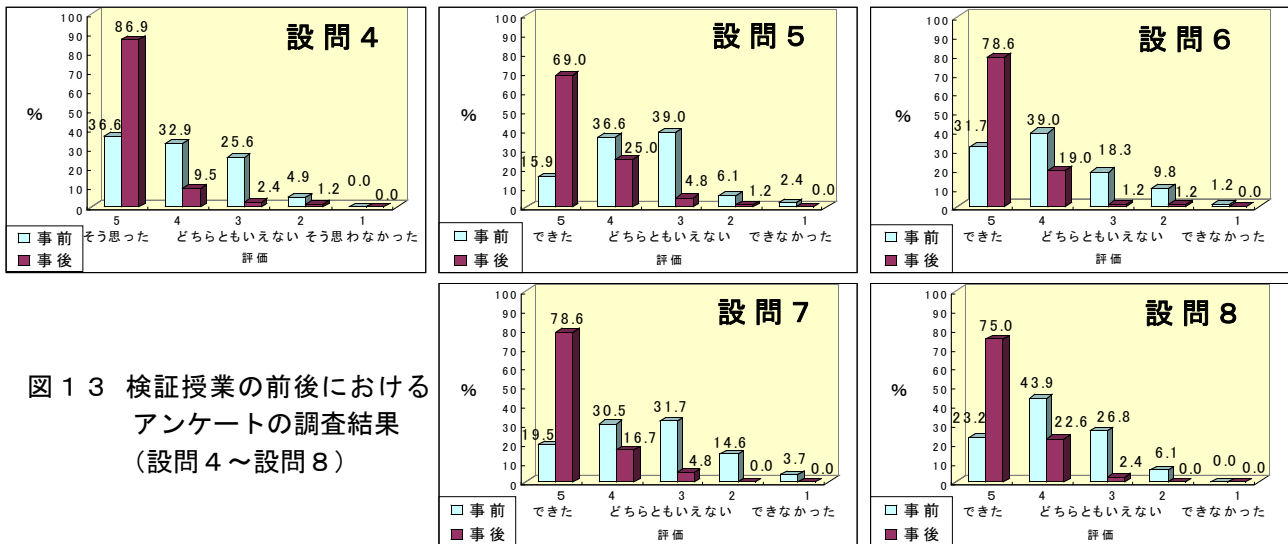


図 1 3 検証授業の前後におけるアンケートの調査結果 (設問 4～設問 8)

エ ワークシートの「実験後の問題」の通過率

図 1 5, 1 6 に示したようにワークシートに設定した「実験後の問題」を解答できた生徒を「通過」、解答できなかったが途中まで絵や作図で表現している生徒を「もう少し」、考えを表現できなかった生徒を「通過できず」として結果を図 1 4 に表した。この結果を見ると、通過した生徒は、反射で90.2%、屈折で85.7%であった。「もう少し」の生徒も、途中までは自分の考えを表現しているので「自ら考える」ことができたといえるが、ここでは「自ら問題を解決する力」を見るので通過したとは見なさなかった。ちなみに「もう少し」を入れた割合を見ると、反射で96.2%、屈折で95.1%の生徒が「自ら考える」ことができたと判断できる。このことから、相互作用による問題解決場面の設定が「自ら問題を解決する力」「自ら考える力」を高めることに有効であったと考えることができる。

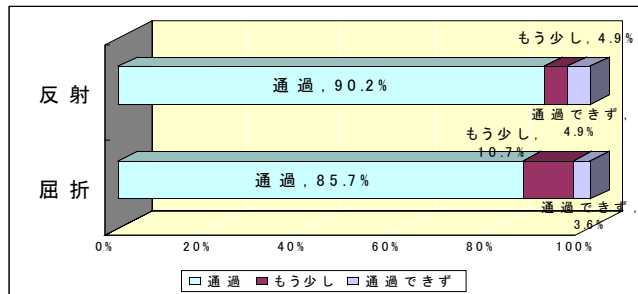


図 1 4 ワークシートの「実験後の問題」の通過率

オ 生徒の記述内容、授業ビデオの分析から

主にワークシートの感想欄の記述内容から「自ら考え、自ら問題を解決する力」を読み取るために、読み取りの観点として次の3項目を設定した。そして、3つの項目のうちどれか一つでも読み取れた生徒を上記の力が身についたと考えて分析した。

- ・科学的な思考 (現象を科学的、発展的に考え、自ら問題解決に取り組んだ様子)
- ・学ぶ意欲 (観察や実験から生じた疑問と考え、もっと知りたいという意欲)
- ・相互作用の効果 (仲間とのコミュニケーション、ブレインストーミングの効果)

・自ら考え、自ら問題を解決する力が読み取れた生徒の割合 反射 70.7% 屈折 67.8%

特別に指示を出さずに自由に記入した感想からの読み取りであるため、より強く授業の効果が表れた生徒のデータとしてとらえることができる。「自ら考え、自ら問題を解決する力」を読み取れた生徒の割合は、反射で70.7%、屈折で67.8%であった。特に、3つの項目のうち科学的な思考について読み取れた生徒のクラスごとの割合をデータ順に並べてみると、A組50.9%、B組52.8%、C組67.3%であった。どのクラスでも半数以上、C組に至っては70%近くであったことから「自ら考える」力が高まったといえるだろう。このデータは、ブレインストーミングを「予想・実験途中・まとめ」の3段階で行ったC組と、「まとめ」のみで行ったA組、B組とに分けて実施した結果である。当初は予想の段階でブレインストーミングを行うと答えが出てしまい、探究実験にならないのではないかと考えていた。しかし、授業のビデオを分析してみると、しっかりと予想できた生徒は、それを説明することによって考えを整理することができ、独創的な予想をした生徒は自分の発想に安心し、予想できなかった生徒は考えるきっかけができていた。また、予想の段階でブレインストーミングを行ってお互いの意見を聞く姿勢

ができたために、実験開始後の意見交換がスムーズになったと思われる。さらに自分たちの判断でブレインストーミングを行い、発表が苦手な友人に発言の場を与えようとした班もあった。その姿勢が「自ら考える力」へと結び付いたのであろう。予想の問題が一問一答式で簡単なものであれば、予想の段階でのブレインストーミングは、逆に実験の意欲を低くしてしまう恐れがある。予想の幅が広く少しレベルの高い問題であったからこそ、ブレインストーミングが効果的だったのではないだろうか。

○これはテストではありませんから、あなたの思っているとおりに書いてください。

1年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_

A 実験前 ( 月 日 )

(問題1) P点から鏡の中のろうそくを見ると、見えるのはA点~F点に置いた中のどれでしょうか。作図や言葉を使って答えてみよう。

予想した答え A, B, C

予想した理由 Pと鏡に近い戸は、A, B, Cの位置だけだと思ふ。

(問題2) 見えると思つたろうそくは、鏡の中のどこに見えるのでしょうか。作図と言葉を使って答えてみよう。(見えるろうそくが数本ある時はそのうちのどれかを選んで答えてみよう)

鏡の中の世界

B 実験後 ( 月 日 )

(問題1) P点から鏡の中のろうそくを見ると、見えるのはA点~F点に置いた中のどれでしょうか。作図や言葉を使って答えてみよう。

予想した答え D

予想した理由 Dだけが、ちょうどいい角度になっているから

(問題2) 見えると思つたろうそくは、鏡の中のどこに見えるのでしょうか。作図と言葉を使って答えてみよう。(見えるろうそくが数本ある時はそのうちのどれかを選んで答えてみよう)

鏡の中の世界

C 上の左と右のあなたの考えをくらべてみて、何か変わったことがありますか、それはどうして変わったのですか、そのことについて、できるだけ詳しく書いてください。考えが変わらなかった人も実験をしてみても気づいたこと、分かったこと、不思議だと思ったことを書いてください。また、感想も書いてください。

私は、実験してもよく答えが分かりませんでした。友達に教えてもらうと「D」といっていました。そうしてDのなかさぐってみると、Dから鏡の中の世界と、鏡の世界と鏡の中の世界のDが等しいことが分かりました。そして定規でひいてみると、「D」だけが鏡の中に通りました。分かって分かっていっていられたことが、すっきりした気持ちになりました。

図15 生徒のワークシート～反射～

○これはテストではありませんから、あなたの思っているとおりに書いてください。

1年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_

A 実験前 ( 5月16日 )

(問題1) 水中の魚はどこにいるように見えているのだろうか。作図と言葉で表してみよう。

予想した理由 実際に木棒を入れてみると、魚を通りすぎていってしまふ。その木棒がたどりついたところが、目に見えているところだから。

B 実験後 ( 5月17日 )

(問題1) 水中の魚はどこにいるように見えているのだろうか。作図と言葉で表してみよう。

予想した理由 実験前と同じで、見えているところから木棒をさすとい、通りすぎてしまうから。(木棒がたどり着いた場所 = 魚が見えている場所)

C 実験前と実験後のあなたの考えをくらべてみて、何か変わったことがありますか、それはどうして変わったのですか、そのことについて、できるだけ詳しく書いてください。考えが変わらなかった人も実験をしてみても気づいたこと、分かったこと、不思議だと思ったことを書いてください。また、感想も書いてください。

光は水面でちょっとまがって進んでいくことが分かった。だから魚から出た光もわたしたちの目に届く前に曲がるから、その光がまがったところに魚が見える。実験前は魚が見える位置から光が出ていると思っていたけれど、実験後はそこからはその前から光が曲がって届いていることがわかった。不思議に思うのはなぜその光を出していない魚が目に見えるのかがというところ。

図16 生徒のワークシート～屈折～

図15の「実験後の問題」では実験結果を踏まえてしっかりとまとめることができている。さらに感想では自分たちでまとめて解決できた気持ちが「すっきりした」という言葉に表れている。また図16の「実験後の問題」を見てみると、実験によって光の屈折の規則性を理解し、魚がずれて見えることを作図を使って科学的に表現することができている。感想を見ても自分の考えの変化をとらえながらまとめることができている。

・生徒の感想例 (抜粋)

- (ア)分かってみると、分からないでいらいらしていたことが、すっきりした気持ちになりました。
- (イ)友達の意見を聞いて「そういえばそうだな」と思い発言もすることができてとてもよかったです。
- (ウ)ブレインストーミングで話し合っってちょっと意見が変わりました。
- (エ)難しくて分からなかったところも、説明して分かるようになりました。
- (オ)自分たちで考えて実験するのはとても楽しかったです。
- (カ)みんなのヒントで分かったのでこれからは自分の意見ばかりでなくみんなの意見も聞こうと思った。
- (キ)この2週間の理科で一つ学びました。それはやればできるということです。

グループで意見交換し、教え合ったことによって自分で問題を解決できたことに満足している生徒が多い。また、自由試行の実験により、一つのグループ内でもメンバーが別々な実験を行うことができたため、意見交換の場面では、それを基に自信をもって発言できていた。体験を伴った自由試行の実験に

よって一人一人が個々の考えをもつことができ、それがコミュニケーション能力の向上にもつながったと考えられる。特に、(エ)の生徒は「人に説明していたら、分からなかったことも分かるようになった。」と書いている。これは、会話によって自分の中で自分の考えが整理できたことを意味しており、自己内対話の効果といえるだろう。

## V 研究のまとめ

検証授業によって明らかになったことは以下の通りである。

- ・ブレインストーミングを取り入れた問題解決場面を設定することにより、生徒同士の活発な話し合いが行われ、生徒が自分で考え問題を解決しようとする意欲の高まりが見られた。(相互作用)
- ・体験を伴った自由試行の実験により、生徒一人一人に活動場面を与え、自分なりの考えや疑問をもたせることができた。また、自分の意見をもつことがコミュニケーション能力の向上にもつながった。(参加・体験)
- ・素朴概念調査法を取り入れたワークシートを使用することにより、課題を明確にさせ、目に見える形で自己評価させることができたので、目的意識をもたせることができた。

以上のように、検証授業の前後における意識調査と、素朴概念調査法を取り入れたワークシートの読み取りから、一人一人が自分で考えた実験を行い、体験をすることによって個々の考えをもつことができ、相互作用が考えを発展させ、解決する力につながるということが分かった。すなわち、参加・体験・相互作用(グループ)の三つの特徴を含むワークショップ型の学習法を取り入れることは、生徒が「自ら考え、自ら問題を解決する資質や能力」を高めることに有効であることが明らかになった。

## VI 本研究における課題

- ・相互作用の場面では、話し合い活動をいきなり生徒に任せるのは難しい。話し合い活動をスムーズに行わせるためには、教師の働きかけが必要になるため、グループや個々の生徒の様子を観察しながら、場面に応じた適切なアドバイスや話し合いのルール設定の工夫が今後の課題である。状況を判断し、クラスに適したルールを設定することがより活発な話し合い活動につながるのではないだろうか。
- ・自由試行の実験を取り入れたことは、自分なりの疑問や考えをもたせることに有効であったが、学校現場では十分に時間をかけて実験装置の準備をすることは難しい。もう少し手軽に準備できる自由試行の実験の工夫が今後の課題である。
- ・素朴概念調査法を取り入れたワークシートは、授業のねらいを明確にさせ、自由な発想をもたせることはできたが、予想問題に時間がかかることが多かった。一枚ポートフォリオなどのように、予想問題や自己評価を簡略化し、継続して使用できる方法を指導計画に組み込む工夫も必要だと思われる。

### <引用文献>

村松賢一・金本良通・梶浦真 2006 「コミュニケーション能力の育成と指導」, p. 31, 教育報道出版社

### <参考文献>

梶浦真 2004 「協働学力～知の創造とこれからの学び～」 教育報道出版社

梶浦真 2006 「『学べる力』を伸ばす授業」 教育報道出版社

佐藤雅彰・佐藤学 2003 「公立中学校の挑戦」 ぎょうせい

佐藤学 2006 「学校の挑戦－学びの共同体を創る」 小学館

中野民夫 2001 「ワークショップ」 岩波書店

堀哲夫 2003 「学びの意味を育てる理科の教育評価」 東洋館出版社

### <参考URL>

This is の田の実験集 <http://www2e.biglobe.ne.jp/~shinzo/jikken/jikken.html>

高校物理「魚眼実験」：魚が見る景色 [http://www.toray.co.jp/tsf/rika/pdf/rik\\_072.pdf](http://www.toray.co.jp/tsf/rika/pdf/rik_072.pdf)