

1 はじめに

昨今、「ゆとり教育」の見直しが話題となることが多い。学習指導要領の改訂を受け、マスコミなどでもこの話題をよく耳にするようになった。また、児童・生徒の学力低下の問題が併せて話題となることも多い。ここ数年、千葉県でも「基礎学力の定着」や「学び直し」を基本方針に盛り込むようになってきている。

本校でも生徒の学力の低下は深刻な問題となっている。特に、学習に対する意欲が低い生徒が目につくようになってきた。それに伴い、実験などにも興味を示さない生徒が増えてきた。また、内容等が理解できないため興味・関心はあるのだが、実験に参加できないという生徒も見られるようになった。

以上のような現状を考えたとき、中学校段階の内容の学び直しを念頭に置いた授業展開が必要となってくる。また、実験を行う際は、すべての生徒が体験するよう気を付けなければならない。そこで、中学理科（発展内容を含む）と内容が重複する単元において、すべての生徒が参加できる実験を通し、科学の基礎的な知識の定着をはかることを目標とした授業展開を実践し研究した。

2 研究方法

(1) アンケートによる事前調査

本研究を行うにあたり事前に生徒に対しアンケートを取り、生徒の理科に対する理解度などの実態を把握する。

(2) 授業展開

中学まで指導された内容を考慮し、以下の項目について実験を実践する。

- ・慣性の法則
- ・落下運動
- ・電池と豆電球の直列・並列

(3) 生徒事後アンケート

それぞれの実験終了後と、すべての実験の行った後、全体を通したアンケートを取り効果を分析する。

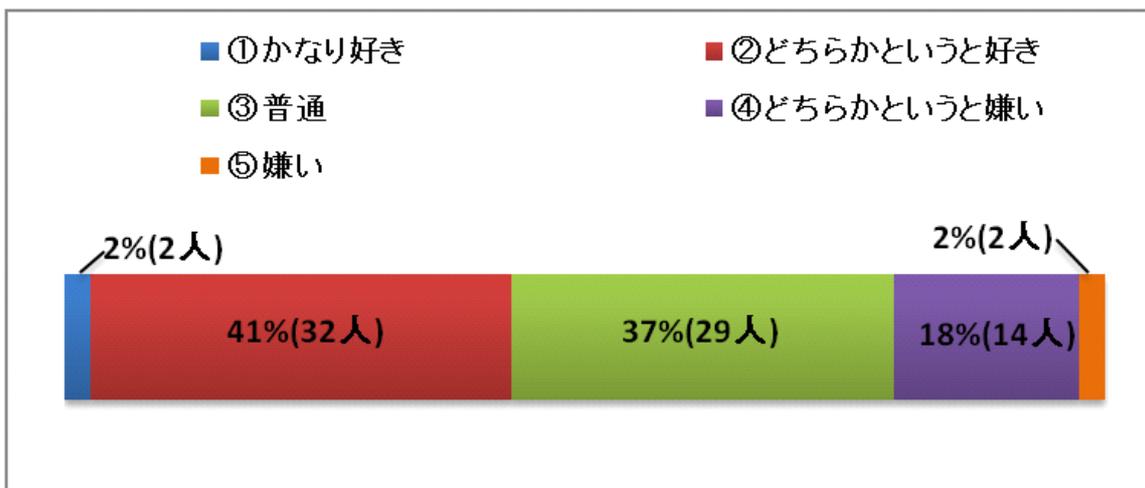
3 研究内容

(1) アンケートによる事前調査

ア 事前アンケート結果

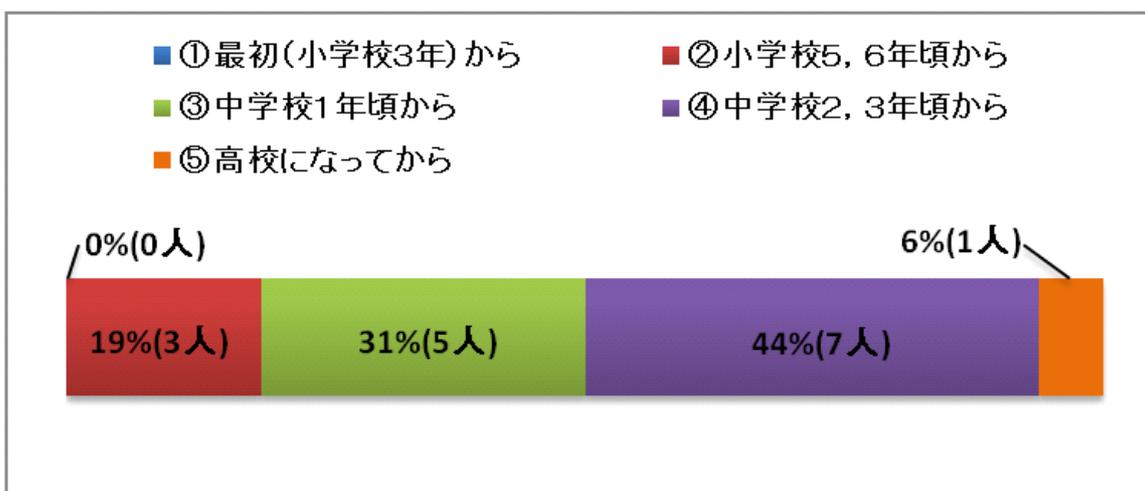
生徒の実態を把握するために、本校情報管理科2クラスの生徒79名を対象にアンケートを実施した。

Q 1 あなたは理科が好きですか、嫌いですか。番号で教えてください。



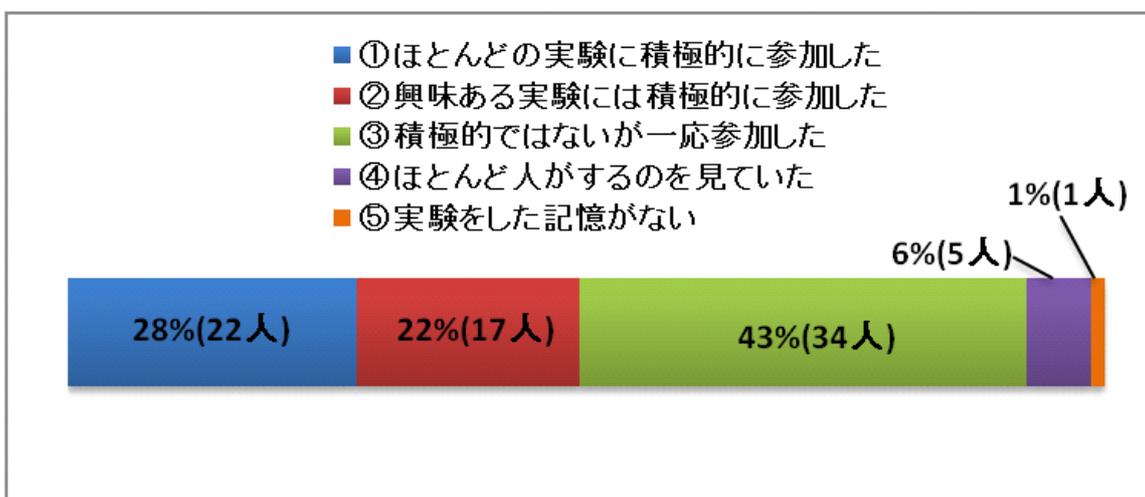
グラフ1 理科に関する意識調査

Q 2 Q 1で④⑤と答えた人に聞きます。理科が嫌いになった時期を教えてください。



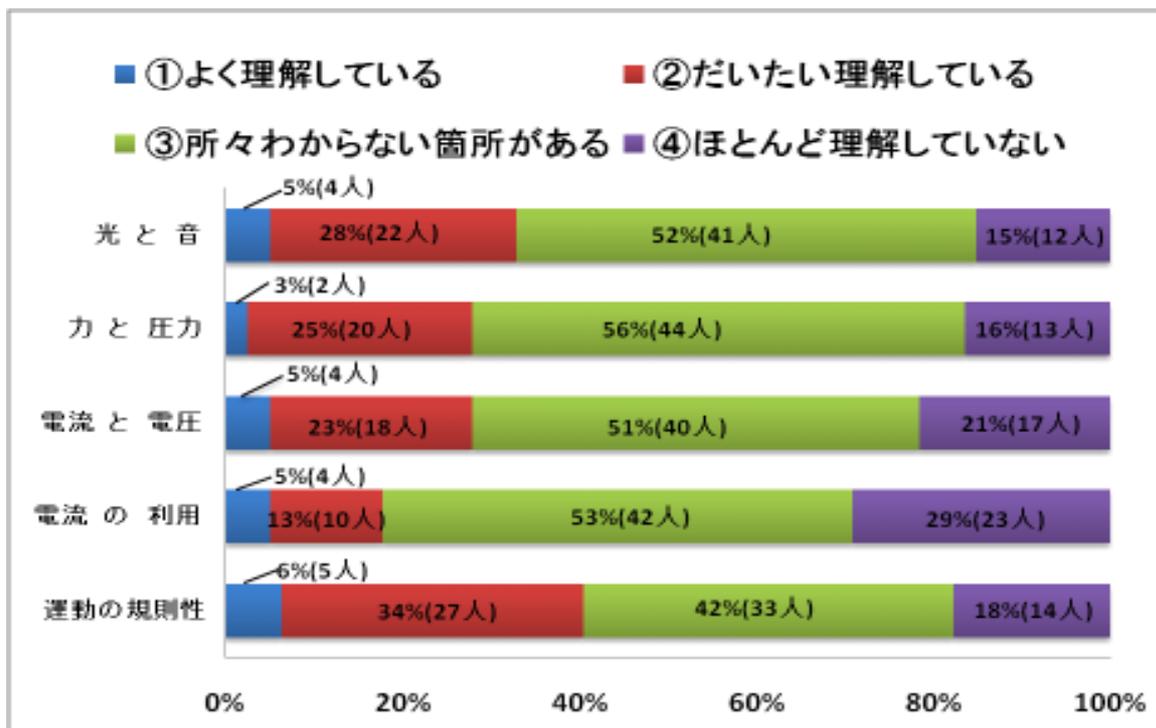
グラフ2 理科が嫌いになった時期

Q 3 あなたは小学校・中学校の時、理科の実験にどの程度参加しましたか。次の中から一番近いものを選び教えてください。



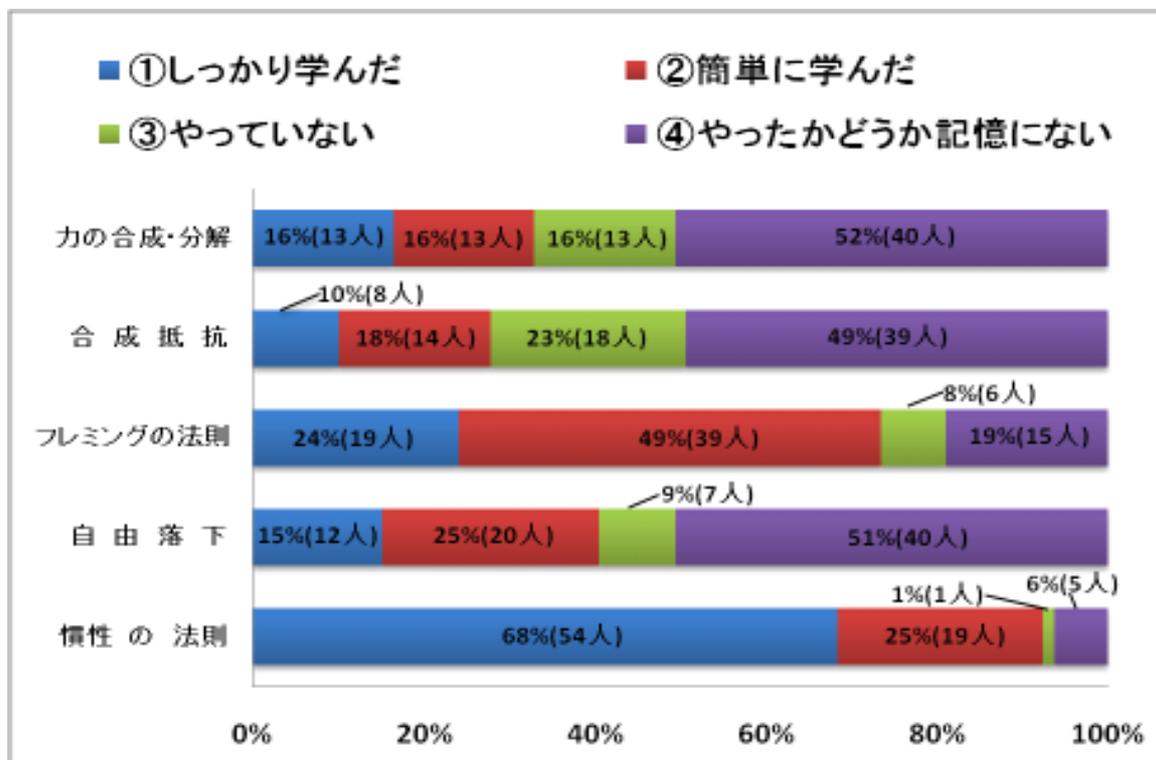
グラフ3 実験への参加状況

Q 4 中学校理科の物理分野について、あなたはどの程度理解していますか。それぞれの単元について一番あてはまるものを次の①～④の中から選び番号で教えてください。



グラフ4 中学理科の内容についての理解度

Q 5 次の発展内容について中学校でどの程度学びましたか。次の中から選び番号で教えてください。



グラフ5 発展的内容の学習状況に関する調査

イ 事前アンケートの考察

(ア) 理科についての好感度と理解度について

今回のアンケートの結果本校の特徴として、「理科が嫌い」と答えた生徒が少ない割にそれぞれの単元の理解度は低いことである(グラフ1, グラフ4)。特に、「理科が好き」と答えた生徒の中には、「基本勉強は嫌いなのだがその中では理科は好きな方」というような消極的な理由な生徒も見られた。

理解度については物理分野だけを行っているので、「計算が苦手」とか「公式を覚えるのが面倒」という理由で、低くなってしまいう傾向が見られる。

(イ) 実験への参加状況について

半数の生徒は積極的に実験に参加していないことがわかる(グラフ3)。実験などでもできれば避けたいという生徒もいた。またやる気はあるのだが、何をするのか理解できず実験に参加できないという生徒も見られた。

(ウ) 中学校の発展的内容について

「慣性の法則」などの分野では多くの中学校で教えられている(グラフ5)。また、③、④と答えた生徒と同じ中学の生徒が①、②と答えるケースも見られたことを考慮すると、他の発展的内容についても扱っている中学校は多い。ただし、「重いものの方が速く落下する」と答える生徒が多く、他の分野についても理解できていない生徒をよく見かけるので、すべての生徒に内容が定着しているとは言えない。

(エ) アンケートの結果から

理科嫌いになった時期(グラフ2)等も考慮すると、発展的内容を含めて中学時代の内容を確認し、確実に定着させることが必要と思われる。また中学時代、実験を積極的に行っていない生徒も多く見られるので、生徒全員が参加する実験を行う必要性を感じた。

(2) 授業展開および実験直後のアンケートの結果と考察

ア 慣性の法則の実験

(ア) 実験の概要

「慣性の法則」に関する実験は様々なものがあるが、一つ一つは簡単で短時間で終わってしまうものがほとんどである。そこで、慣性に関するいくつかの実験をまとめて一時間の授業内で行うことを考えた。以下の実験を6～8人の班で行い、一つあたり5～6分で実験した。ローテーションして、30分程度ですべての実験を行えるようにした。

いくつかの実験をまとめローテーションで行う利点として、実験道具が一つ(実験によっては2, 3個)で済むということがある。今回の実験では、高価な装置や複雑な操作がなく、教員一人でも展開できるよう配慮している。ホバークラフトと空気滑走台の操作を教員が中心で行い、他の実験は生徒中心で行った。糸切りの実験を5分間で終了できない班があったが、それ以外の実験は支障なく行えた。

a だるま落とし

市販のだるま落としを利用した。サイズは小さいが100円ショップで二組買い足し、全部で三組用意した(図1)。8人の班でも一人あたり1~2分利用できるよう配慮した。



図1 だるま落とし

b ハガキ飛ばし

コップ、ハガキ、コインの順で乗せ、間にあるハガキだけをはじき飛ばす実験。今回の実験では、耐久性を考えハガキの代わりに厚紙で代用した。コップも割れる可能性があるのでカンで代用している(図2)。この実験もだるま落とし同様三組用意し、できるだけすべての生徒が実験できるよう配慮した。



図2 ハガキ飛ばし

c 糸切り

おもりの上下に糸をつけたものを上から吊す。下の糸を勢いよく引くと下の糸が切れるが、ゆっくり引くと上の糸が切れるので、その違いを観察する実験。スタンドとおもりを組み合わせた装置(図3)を使用した。手際よくやらないと5分間では終わらないので、理由を説明する際こちらで演示実験を行った。



図3 糸切り

d CDエアホッケー

CDの穴の部分にアクリルパイプを接着する。これにふくらました風船を付けると、風船の空気によりCDが少し浮き上がり、エアホッケーのパックのような動きをする。軽く押すと、等速直線運動が観察できる(図4)。これを二組用意した。風船は1班に二つずつ用意し使い切りとした。



図4 CDエアホッケー

e ホバークラフト

人が一人乗れるホバークラフトを使用した（図5）。推進力はなく浮き上がるだけなので、慣性による等速直線運動を確認するのに適している。また、最近ではホバークラフト自体を知らない生徒も多いので、（株）イーケイジャパンで販売している「ばこホバー」も用意した（図6）。ばこホバーは推進力があるので、慣性の実験とは直接関係ないのだが、ホバークラフトという乗り物を理解させるために用意した。



図5 ホバークラフト



図6 ばこホバー

f 空気滑走台

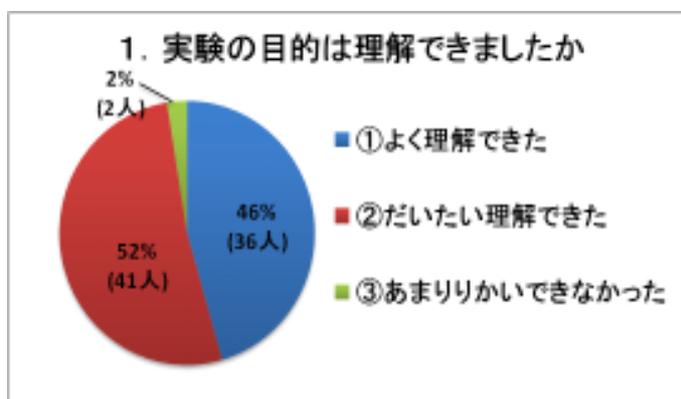
等速直線運動を確認する実験装置として多く用いられる装置（図7）。ストロボ発光装置と組み合わせると効果的なのだが、他の実験も同時に行っているため教室を暗くできないのでストロボ発光装置は使用していない。



図7 空気滑走台

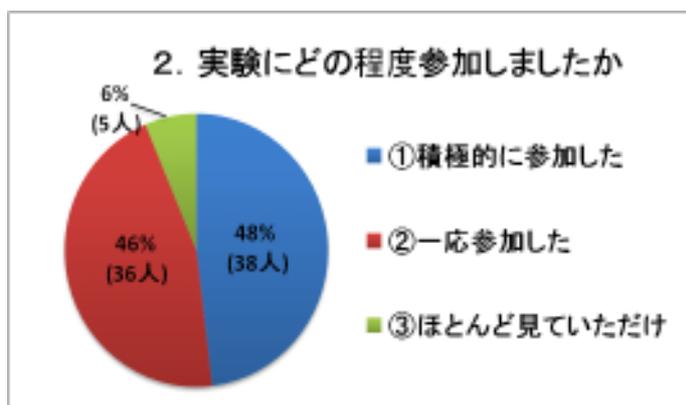
(イ) 生徒アンケートの考察

次に、この実験について生徒の反応を把握するためにアンケートを取ったのでそのデータを示す（グラフ6, 7, 8）。この結果から、ほとんどの生徒が実験の目的を理解し参加していることがわかる（グラフ6, 7）。また、6割以上の生徒が「楽しかった」と答えていることから（グラフ8）、「慣性」を学習するにあたり一定の役割を果たしたと思われる。



グラフ6 実験の目的は理解できたかの調査結果

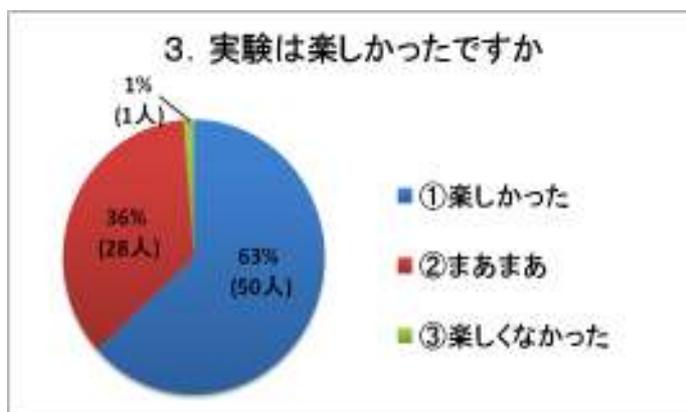
今回の実験は6～8人の班で行っているため、実験を「ほとんど見ていただけ」という生徒が5人いた。教員の目が届かないところでは、ほとんど何もしない生徒が出てしまった。この5人を、実験に参加させる方法をこれから模索していかなくてはならない。



グラフ7 実験への参加度の調査結果

(ウ) 実験を実施して

今回行った実験において、「動いている物体が動き続ける」様子を観察する実験は、すべて空気により本体を浮かせて摩擦を少なくするものとなっている。滑るように動く等速直線運動の様子はよく観察できたが、同じ原理の実験となってしまったので、さらなる工夫が必要であると考え。



グラフ8 実験は楽しかったかの調査結果

イ 落下に関する実験

(ア) 実験の概要

アンケートの結果から、「落下運動」を学習している中学校は多いことがわかる。しかし、本校では8割から9割の生徒が「重いものほど速く落下する」と思っている。そこで、落下運動の導入として以下のような生徒実験を行い、落下速度と質量の関係を実感させることを試みた。

イスの上に立ち2つの物体を同じ高さから同時に落下させ、落下時間の違いを観察する。落とす物体の組み合わせを変え何回か実験することにより、質量と落下速度の関係について考察する。

大きさがほぼ同じで質量差が明確な、野球ボール（硬式）、硬式テニスボール、カラーボール（100円ショップで購入）の3種類のボールを用意した（図8）。二人一組で実験できるよう、それぞれ20個用意した。

この実験を行うにあたり、ボールを同時に落とす工夫を試みた。簡単で大量に用意できる事を考慮し、箱から落とすなど幾つか試したがうまくいくものがなかった。そこで、正確さには欠けるが手で落とすこととした。しかしそのことにより、用意するものはボール

だけとなり、誰にでも簡単にできる実験となった。

また、この実験は10分程度で終わることができるので、実験結果などをまとめた後の時間を利用し、真空落下装置による演示実験も行った。



図8 実験で使ったボール



図9 実験風景

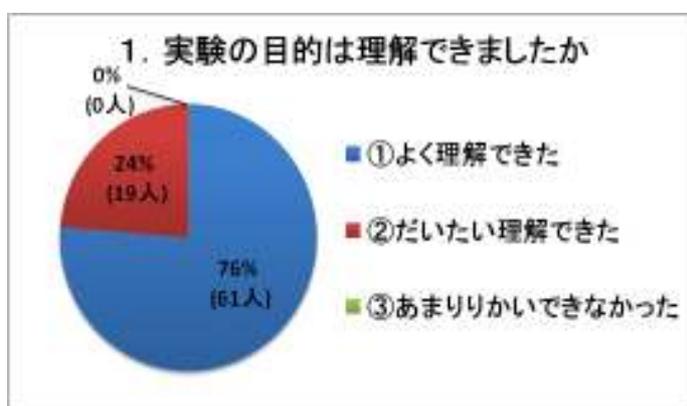
(イ) 生徒アンケートの考察

次にこの実験のアンケートの結果を示す(グラフ9, 10, 11)。今回の実験は、単純な実験を少数で行っているため、生徒全員が実験の目的を理解し、実験に参加していることがわかる(グラフ9, 10)。また、「楽しくなかった」と答えた生徒は4人しかいなかったため、単純な実験ではあるがほとんどの生徒は興味を持って行っていたのがわかる(グラフ11)。

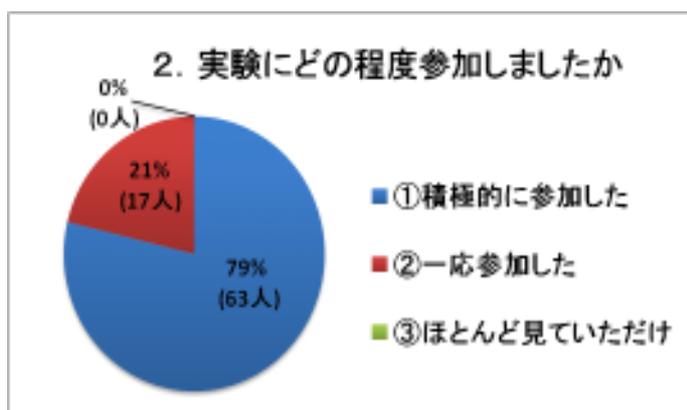
(ウ) 実験を実施して

今回の実験の結果をまとめさせたところ、次のような論理的に矛盾した結果となる班が見られた。

- ・ 野球ボールの方がカラーボールより速く落ちるが、野球ボールとテニスボール、テニスボールとカラーボールは同時に落ちる。



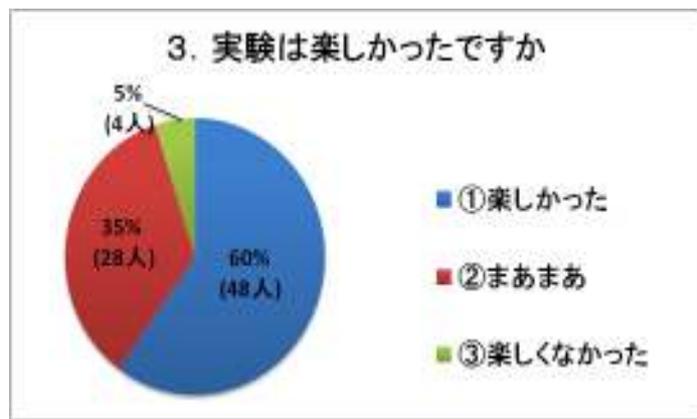
グラフ9 実験の目的は理解できたかの調査結果



グラフ10 実験への参加度の調査結果

ただ結果を出すだけでなく，結果に矛盾がないかを分析することまで指導する必要があった。

また，今回は真空落下装置による演示実験も同時に行った。ボールを落とす実験だけでは半信半疑の生徒もいたが，そのような生徒も演示実験により納得していた。同じ時間内に両方行うことにより，落下運動の理解がさらに深まったと思われる。



グラフ11 実験は楽しかったかの調査結果

ウ 電池と豆電球の直並・並列

(ア) 実験の概要

電池の直列・並列による豆電球の明るさの違いは，小学校で学習する。しかし，豆電球の直列・並列による明るさの違いは学習する機会がなく，「豆電球も直列につないだ方が明るく光る」と答える生徒が多かった。更に，直列と並列の違いもはっきりしない生徒もいた。また，中学校の頃から電気の配線をしたことがない（実験自体はやっているのだが人が配線するのを見ていただけ）というような生徒も見られる。そこで，直列・並列の違いの確認も含めて，次のような実験を行った。

電池2個と豆電球2個を配線し，一番明るく光る配線の仕方を探す。

この実験では，事前にどのような回路が一番明るく光るかを予想させ，その後，生徒主体で一番明るくなる回路を探すようにした。いろいろ配線ができるよう，リード線は多めに配布し，生徒が自由に配線できるよう配慮した（図9）。また，この実験も2人1組でおこない，すべての生徒が配線に携われる状況にした。

今回の実験は直列・並列の確認だけでなく「豆電球の明るさの違い」を「抵抗の合成」への導入として位置づけを行った。抵抗の合成の公式を学習した後，「同じ抵抗を直列につなぐより並列につないだ方が抵抗が小さくなる。だから，豆電球は並列につないだ方が明るくなる。」ということを確認した。



図9 直列・並列の実験器具

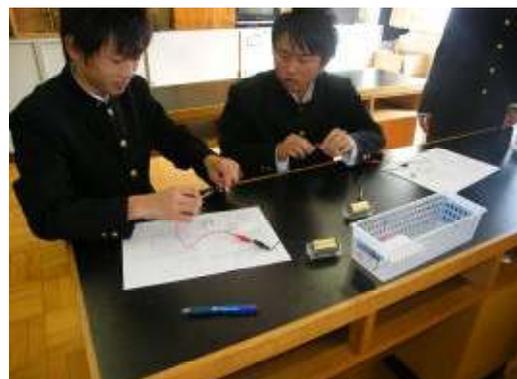


図10 実験風景

(イ) 生徒アンケートの考察

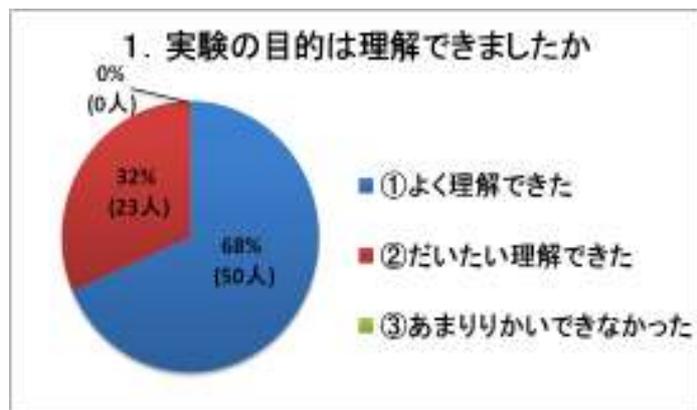
この実験のアンケートのデータを示す(グラフ12, 13, 14)。今回の実験も他の二つの実験同様、目的の理解度、実験への参加の度合は、かなり良好と言える。しかし今回の実験については、「おもしろくなかった」と答えた生徒が6名いる。さらに、「まあまあ」と答えた生徒が約半数いて、他の二つの実験に比べて関心度が低い生徒が多くなっている(グラフ14)。配線がほとんどできずやらない生徒も見られたが、正解を予想した生徒も半数近くいたので、そのような生徒は数分で実験が終了してしまっていた。今回の実験はできる生徒にも時間が余る実験となってしまった。すべての組み合わせを配線し、明るさの段階に分けるなどの発展実験を用意する必要があった。

ただし、実験を行っている時の雰囲気は、決して悪いものではなかった。予想以上に明るく光るので歓声が上がりたりもしていた。

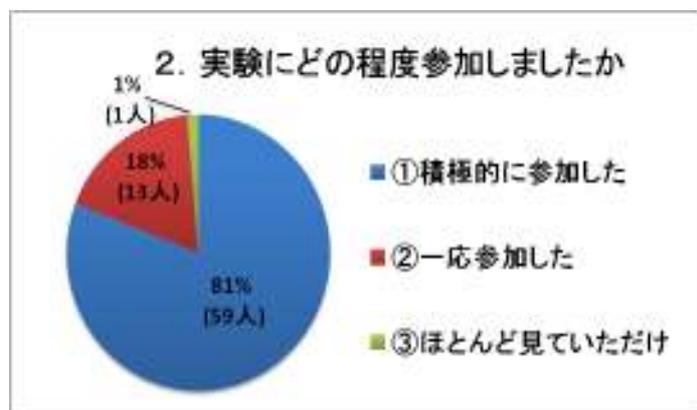
(ウ) 実験を実施して

今回の実験では、スムーズにできる班となかなかできない班の差がかなり顕著に表れた。なかなかできない班の中には、回路図はきちんと予測できているのだが実際に配線できないという班がかなり見られた。また、電池をきちんと直列や並列につなげない(+極同士を直列につないでしまうなど)班もしばしば見られた。

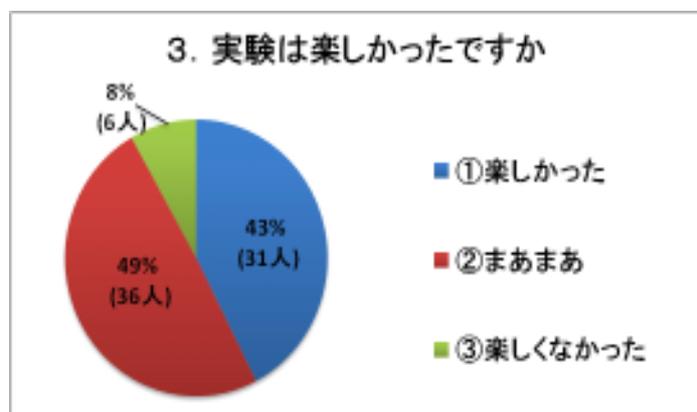
実験前の予想で、今回の生徒は約4割が豆電球は並列の方が明るいと予想できていた。しかし、電池は直列、豆電球は並列の方が明るいと予想できてもそれを回路図に表せないという生徒も数人見られた。回路図を書いたことがない生徒もいたので、実験だけでなく



グラフ12 実験の目的は理解できたかの調査結果



グラフ13 実験への参加度の調査結果



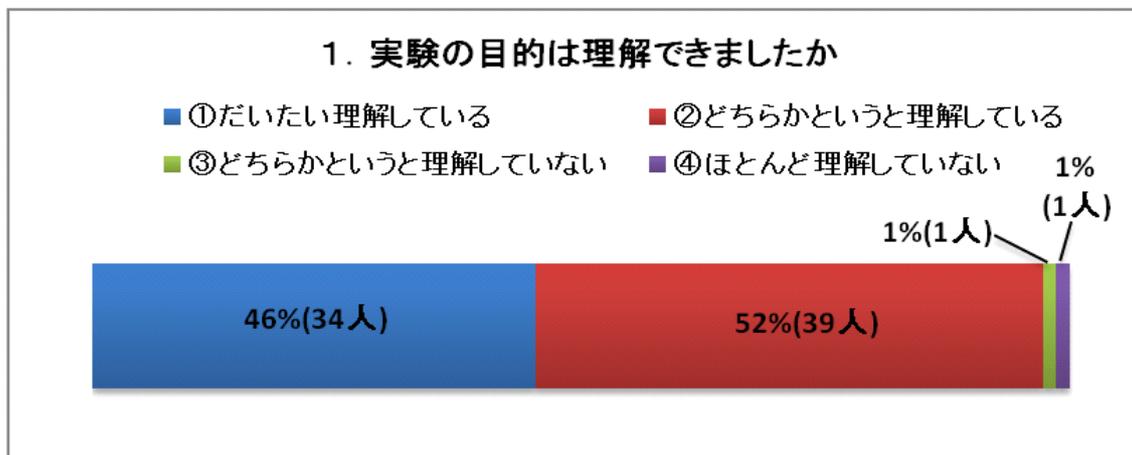
グラフ14 実験は楽しかったかの調査結果

回路図を書くなどいろいろな経験をさせる必要性を感じた。

(3) 生徒事後アンケート

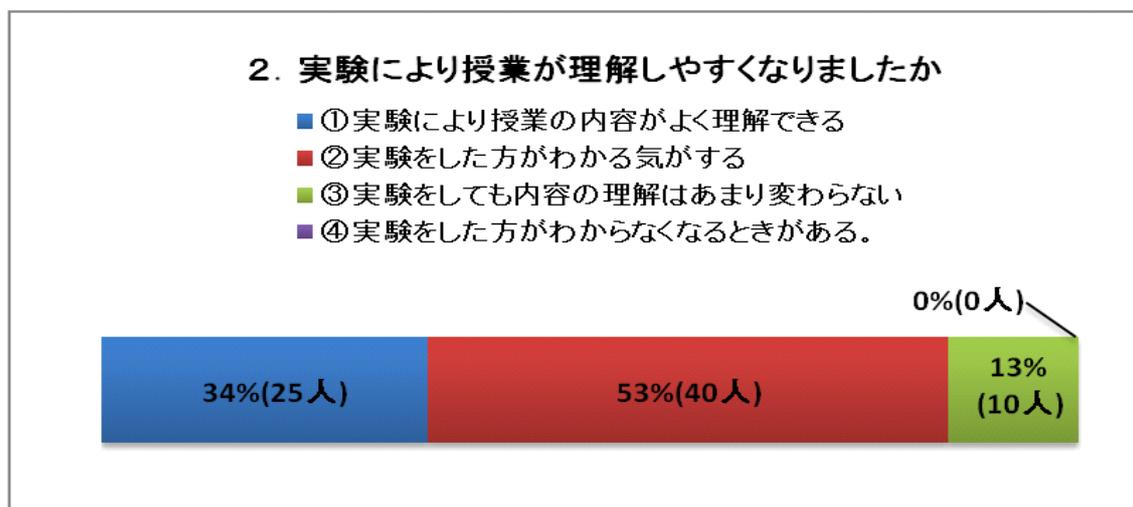
今回研究した3つの実験以外のものも含め、今まで行ってきた実験についてのアンケートと感想を生徒に聞いた。

Q 1 今までやった実験の目的や内容を理解していますか。



グラフ15 実験の理解度についての調査

Q 2 実験により授業の内容がわかるようになりましたか。



グラフ16 実験により授業が理解できるようになったかの調査

実験に対する感想

- ・楽しかった。(おもしろかったなど同様意見多数)
- ・実験前に予想を立てて実際に実験すると、わからないことが良くわかった。
- ・“なぜこのようなことがおきるのか”がよくわかる実験内容なので楽しくできる。
- ・目的や内容が理解しやすく楽しかった。
- ・なかなかおもしろいと思う。興味がわいたり、発見などもあった。
- ・言葉だけよりも実験で体験した方が、実際の結果を見て理解できたのでよかったです。

- ・実験をもっと増やしてほしい。(同様意見多数)
- ・実験はわかりやすくいいのだけれど、問題をもう少し解きたかったです。

4 まとめと考察

今回の研究では、「すべての生徒が参加できる実験を通し科学の基礎的な知識の定着を図る」事を目的として実施した。各実験後のアンケートなどを見る限り、この目標の中で「すべての生徒が実験に参加する」という目的は、ある程度達成できたと思われる。また、事後アンケートより実験が授業の理解に役立っていることも伺え(グラフ16)、「科学的知識の定着」についても一定の効果があったと考える。

できるだけ少人数にし、事前に目的などをよく説明することによって、積極的に実験に参加する生徒が増えるということが、今回の研究でわかった。生徒との会話の中で、「中学の時は、何の実験をしているのかよくわからなくてつまらなかった。」という意見があった。実験に積極的でなかった生徒の中には、実験の内容などが理解できずに参加できないという生徒が含まれている。これらの生徒の中には、実験の目的や内容をしっかり理解できれば頑張れる生徒がいる。学び直しにも繋がるのだが、同じ内容でも生徒のレベルに合わせてゆっくり丁寧に教えてゆけば、確実に理解する生徒が増えてくる。今回の3つの実験は、「科学的基礎知識の定着」に一定の役割を果たしただけでなく、「学び直し」の効果もあったと思われる。

5 おわりに

今回の研究を通し私自身の実験に対する意識がかなり変わった。今までは「実験により興味・関心を惹く」という面を重視してきたところがある。本校に転勤してからはまさに、導入として「面白さ」や「意外性」のある実験をメインに考えていた。このときは、理由の説明より生徒の注意を授業に向けることに重点を置いていた。しかし、現象が面白くても目的や理由がよくわからないと、ついてこない生徒がいるという事実気付くことができた。また、ボールを落とすだけという単純な実験でも、目的などを理解すれば興味を持って行うというのも意外だった。生徒にとって「わかる」ということが意欲を出させる重要な要因であったのにもかかわらず、今までの実験ではそれを強く意識して実施していなかったと反省している。生徒の中には、「自分自身で、内容を理解し実験を行い、思った通りの結果が出る」という成功体験が少ないものもいる。簡単な実験でも成功を重ねる毎に、「前回うまくいったから次も頑張ろう」と前向きに実験に取り組む生徒が増えてくることが実感できた。さらに基礎知識の定着については、確認テスト等をこれらの実験に併用し、常に確認していくことが必要である。

今後、他の実験についても生徒の気持ちでもう一度、見直して見ようと考えている。生徒の視点に立って原理や理論を伝えることに気を付けて、授業を行っていきたいと思う。

最後に、本研究を進めるにあたりご指導、ご助言をいただいた教育庁教育振興部指導課の〇〇〇〇先生、〇〇〇〇先生、〇〇〇〇先生、前指導課の〇〇〇〇先生および教科指導員の〇〇〇〇先生、〇〇〇〇先生ならびに教科研究員の諸先生方に心よりお礼申し上げます。