

自然を探究する力を育てる ～問題解決に向けた交流の工夫～

大 山 久 祥
理 科 辰 巳 豊
太 田 浩 二

1. テーマ設定にあたって

本校理科では、「自然を探究する力を育てる」という研究主題の下で、自然を探究する力を育成すべく実践研究を継続している。

一昨年は、副主題を「発達段階に応じた指導方法の工夫」とし、生徒の発達段階やそれぞれの特性などを十分に踏まえることが、個に応じた「確かな学力」の育成という課題にとって重要な要素と考えて実践研究をおこなった。1～3年でのそれぞれの発達をくわしく考えるにしても、理科はその単元内容によって興味関心が大きく左右される部分が多い。つまり科学的概念の形成は、学習内容に依存している部分が多い。本校理科では発達について、理科の学習指導要領の内容の配列に注目して考えた。理科の学習指導要領では、①直接観察、実験できる事象の追求、②直接目に見えない事象の追求、③総合的なものの見方の順に単元が並べられている。この配列は「生まれたときから自然環境に触れながら発達していく子どもの姿」の発達の流れから来ているものである。そこで、この流れを理科における概念形成や内容理解の順序と捉え、各単元においても、このような順序を意識した授業展開を行うことで、個に応じた確かな学力へとつながると考えた。そして各学年の特徴を生かし、理解の順序を意識しながら、指導方法を工夫した実践研究を行った。

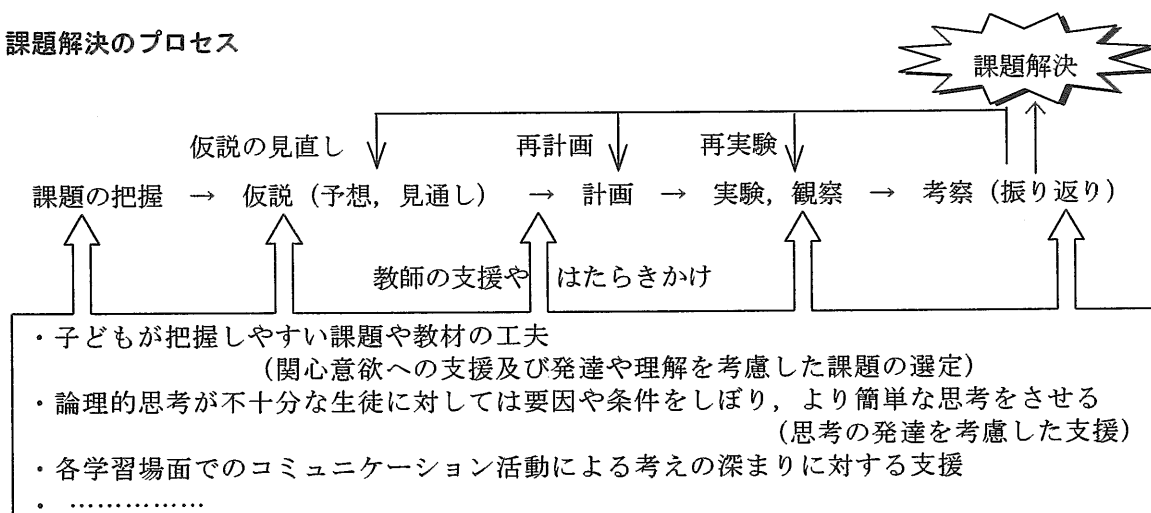
昨年は学校研究として、小中を通してつきたい力として問題解決力を掲げた。これは理科教育にとっても大変重要なことで、学習展開そのものであることは言うまでもない。理科の学習は、生徒が既に獲得しているさまざまな自然についての素朴な見方や考え方を、観察、実験などの問題解決の活動を通して、少しずつ科学的なものに変容させていく営みであると考えることができる。そこで、評価や生徒との発達の特性について考慮してきたこれまでの研究を踏まえ、自然を探究する際の重要なポイントとなる思考力の育成に注目した。問題解決力を育成する際には、さまざまな力が必要となってくるが、理科教育においては特に科学的思考力や論理的思考力が重要なポイントになると考え、副主題を「問題解決のための思考力の育成」とし、前年度から取り組んでいる理科における概念形成や内容理解の順序の流れを意識しながらの授業展開に加え、さらにその授業の中で、問題解決力のための思考力をどこで育成していくかを意識して実践に取り組んだ。

これまでの研究過程の中で生徒同士、または生徒と教師の間での交流のあり方が課題として挙げられてきた。生徒の考えや思考を深めていくためには、多様な意見や考えの交流が不可欠である。生徒の多様な意見や考えを交流することによって、個人個人の考えという主観的なものから、より客観性のある考えにできたり、他者の考えを参考に自分の考えを見直したりすることで、考えを深めていくことができる。小学校ではこの過程を非常に重視して授業が展開されている。しかし、中学校ではこの過程の重要性は認識しつつも、交流のあり方について十分な取り組みがなされていない場合が多い。本校の学校研究のキーワードに挙げられている「自己表現力」や「他者理解力」は理科の授業での交流場面においても基本となる力である。自分の考えをしっかりと持ち、それを他者に分かるように伝えると共に、他者の意見を自分の考えと比較・検討することで、考えが深まったり新たな疑問が生じたりするという過程を経ることが、問題解決の力を育成に繋がると考えられる。そこで、今年度の副主題を「問題解決に向けた交流の工夫」として実践研究を進めていくことにした。

2. 理科における交流や話し合いについて

本校理科では下図のような問題解決のプロセスを各単元や題材の中でくり返し取り入れながら、科学的思考力の育成に取り組んできた。このプロセスの中には重要な段階がいくつもあるが、実験班内や学級内での意見の交流によって自己の考えや予想・仮説・計画を見直したり、考察の交流によって振り返ったり自分の考えを確認したり確信をもったりする場面、即ち自分の考えを議論を通して外に出し、他の生徒の意見との比較等によって見直しを行い、自分の考えを加工し新しい意味を持たせていく場面などが他と関わりながら共に学んでいく場面として考えられる。

課題解決のプロセス



そのような場面の中で、生徒の多様な意見や考えを交流することによって、個人個人の考えという主観的なものから、より客観性のある考えにしていくことができる。また、「何となくそう思う」という曖昧なイメージや考えしか持てない生徒は、他者の考えを参考にして論理的な理由付けがなされていくなど、学習を深めるには他者との考えの交流が不可欠であると考えられる。意見や考えの交流だけでなく、観察・実験の結果やデータの交流によって、1つの班の実験結果からの考察ではなく、多くの班の結果を集めることによって、班毎のデータでは微妙な違いがあっても、全部の班をあわせて考えることで全体で見ることができ、実験に関する再現性や信頼性を高めることもできる。

本研究においては、交流や話し合いの場面を多く設定することはもちろんであるが、限られた時間の中でより効率的に効果的に交流が行われ、一人ひとりの考えが深まる交流のあり方を模索していきたい。交流によって考えを深めていくためには、まず自分なりの考えを持たせることが必要である。生活体験や学習経験に基づいた理由づけのある考えを持つことができれば一番良いが、理由をはっきりとは言えないが何となくこうではないかという程度にしても、自分なりの考えを持たせる支援が必要である。その上で、自分の考えを他者に分かるように表現することが必要である。そして、他者が表現したことを自分の考えを比較したりする過程から、自分の考えを見直したり、自分の考えにより確信を持ったり、他者の考えを参考にして自分なりの考えを修正したりすることで、一人ひとりの考えが深まっていくことが期待できる。また、限られた時間内で効率的に交流ができるような工夫や話し合いのルールなどについても十分に考慮して実践を行いたい。

実践例 1

2 年生の実践から

1. はじめに

中学校学習指導要領理科の目標の中に「事象についての観察・実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察・実験の結果を考察して自らの考えを導き出し表現する能力を育てる」とある。また、小学校学習指導要領解説理科編では、問題解決の能力を育てる過程として、「児童が自然の事物・現象を観察し、興味関心をもってそこに問題を見いだし、それを解決する方法を考え、観察・実験などを行うことにより結果を得て、解決過程や結果について相互に話し合う中から結論として科学的な見方や考え方を持つようになる過程」が必要であると述べている。また、結果が予想と一致する場合とそうでない場合が生じるが、「問題解決の過程において、児童一人ひとりの解決過程が相互にかかわる場面が重要になる。」と述べている。

また、2月に発表された中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会の審議経過報告では、教科内容等の改善の方向として、言葉や体験などの学習や生活の基盤づくりを重視することが挙げられている。「言葉は、「確かな学力」を形成するための基盤であり、生活にも不可欠である。言葉は、他者を理解し、自分を表現し、社会と対話するための手段であり、家族、友だち、学校、社会と子どもとをつなぐ役割を担っている。言葉は、思考力や感受性を支え、知的活動、感性・情緒、コミュニケーション能力の基盤となる。国語力の育成は、すべての教育活動を通じて重視することが求められる。」また、各教科等を横断してはぐくむべき能力として、「体験から感じ取ったことを表現する力」「情報を獲得し、思考し、表現する力」「知識・技能を実生活で活用する力」「構想を立て、実践し、評価・改善する力」などが挙げられている。これからの各教科内容の改善の方向として、このように言葉や表現力、コミュニケーション能力などの要素がこれからさらに重要視されてる視点としておさえておく必要がある。

理科の総論にもあるとおり昨年は課題解決のための思考力を育成することに取り組んだ。そのためには考えや意見の交流は不可欠であり、自分の意見を相手に伝える表現力やコミュニケーション力の程度によって考えの深まりも変わってくると考えられる。自分自身のこれまでの授業をふり返ってみると、課題解決的な学習場面を設定し、話し合いや意見交流の場面をできるだけ多く取り入れようとしても、考えや意見はそれなりには出てくるが、なかなか深まりのある議論にしていくことができなかった。どのように相手に伝えればよいのかを考えさせ、効果的に授業で意見交流をさせて行くにはどうすればよいのかを模索していきたい。

2. 実践の内容

(1) 問題解決力の育成と交流について

実際の授業の中では、実験班内や学級内での意見の交流によって自己の考えや予想・仮説・計画を見直したり、考察の交流によって振り返ったり自分の考えを確認したり確信をもったりする場面、即ち自分の考えを議論を通して外に出し、他の生徒の意見との比較等によって見直しを行い、自分の考えを加工し新しい意味を持たせていく場面が科学的思考力の育成に関わる場面として考えられ、言葉や表現力などのコミュニケーションに関わる力が交流の効果を左右すると考えられる。ただし、表現する内容や意見を生徒一人ひとりがしっかりと持っていることが前提であり、生徒が自分なりの考えを持つように支援していくことが必要であることは言うまでもない。他者に考えを伝えるためには、

考えた理由や根拠となる事実などをつけて伝えることが大切である。授業の様々な段階の中で、理由をつけて書かせたり発表させたりすることを習慣づけていくことが必要である。

電流の単元では、電流や電圧などは直接観察ができないため、イメージ図などの多様な表現手段によって考えを表出させるなど、考えや意見の交流方法を工夫していく必要がある。また、予想の段階においては家電製品の中や家庭の電気などはブラックボックス的であり、体験を通した理由付けが難しい場合もあるので、小学校での学習経験などを想起させながら思考させ、交流していく必要がある。電流の単元では電流計や電圧計を通して測定した結果から規則性を見いだす学習活動が多い。測定に習熟していないこともあって、測定誤差を多く含む結果になることも予想されるので、測定結果の交流によって、再現性や信頼性を高めてから、考察にはいるように工夫したい。また、話し合いや交流の場面で、どのような意見がより説得力をもつのかについてアンケートを行い、より考えや理解が深まる交流のあり方についても考えていきたい。

(2) 授業実践

2年3組 理科 学習指導案

平成18年7月10日(月)

第5限 第2理科室

指導者 大山 久祥

1. 単元名 電流の性質

2. 目標

- ・ 静電気や、電流や電圧と回路の実験を通して、電流や電圧の性質について理解する。
- ・ 回路図から回路をつくり、回路の電流や電圧が正しく測定できる。
- ・ 測定した結果から、電流や電圧の規則性や法則を見いだす。

3. 評価の観点及び規準

① 自然事象への関心・意欲・態度

- ・ 静電気に関する日常生活での体験を発表しようとする。
- ・ 回路図を見ながら、進んで回路を組み立てようとする。

② 科学的思考

- ・ 静電気が発生するしくみや静電気と電流との関係を例をあげて説明できる。
- ・ 回路の各部分の電流や電圧の関係を実験結果から見いだすことができる。
- ・ 抵抗器に加えた電圧と電流の関係を実験結果から導くことができる。

③ 観察・実験の技能・表現

- ・ 電流計や電圧計などの機器を正しく使うことができる。
- ・ 直列回路や並列回路を正しくくみ、各部分の電流や電圧を測定できる。
- ・ 実験結果を正しくグラフに表すことができる。

④ 事前事象の知識・理解

- ・ 直列回路や並列回路の各部分の電流や電圧の関係を説明できる。
- ・ 電気抵抗の求め方やその単位を説明できる。また、オームの法則について説明できる。

4. 指導にあたって

【教材観】

電気は生活に欠かせない身近なものでありながら、直接観察ができないため、概念として捉えにくい面がある。小学校4年で、乾電池の数やつなぎ方及び光電池にあたる光の強さによる豆電球の明るさやモーターの回り方等について学習している。また、6年で電磁石のはたらきや電磁石の強さは何によって変わるか等について学習している。小学校では簡易電流計も使っているが、おもに定性的に取り扱われている。中学校では定量的に扱い、測定値を処理したり、規則性を見いだすなど高度な思考も必要となる。簡易な事象から段階的に進めながら理解を深めさせていきたい。

【生徒観】

科学技術が進歩した時代に生まれ育っている生徒の周囲には、電流のはたらきを利用した電気製品や電子機器に囲まれて生活している。しかし、それらの機器は非常に複雑で、その原理を学ぶことが難しくなっている。生徒の中には電気器具やその仕組みに興味関心が高く意欲的に取り組む生徒もいるが、一方で最初から苦手意識があり手を出そうとしない生徒もいる。2年1組は活発な発言と反応がある生徒が多い。苦手意識があり、目に見えない電気のイメージを持つことが困難な生徒に、具体的なイメージを持たせるような工夫をしながら学習を進めていきたい。

【指導観】

電流や電圧などは直接観察ができず、電流計や電圧計などの計器を使った測定実験を繰り返しながら電気の概念を形成していかなければならない。したがって、器具の使い方や実験技能・探究の技法を習得させながら学習を進めていかなければならない。また、直接観察ができないため、現象のイメージがつかみにくい。そこで、モデル等を使ったりイメージや考えを交流する場面を増やしたりすることで、電気のイメージを持たせるようにしていきたい。また、生活の中の電気はたらきの例を多く取り上げていきたい。

5. 指導計画及び評価計画（総時数 11 時間）

評価計画

| | | | |
|-----|---------------------|--------|------|
| 第1次 | まさつによって発生する電気 | (2 時間) | ①②③④ |
| 第2次 | 回路を流れる電流 | (3 時間) | ①②③④ |
| | 第1時 電流が流れる道すじ | | |
| | 第2時 回路に流れる電流【本時】 | | |
| | 第3時 直列回路と並列回路に流れる電流 | | |
| 第3次 | 回路に加わる電圧 | (2 時間) | ①②③ |
| 第4次 | 電流と電圧の関係 | (4 時間) | ①②③④ |

6. 本時の学習（第2次中の第2時）

(1) 題材名 回路に流れる電流

(2) ねらい

- ・電流測定の実験に興味をもち、進んで調べようとする。
- ・電流計を正しく使い、電流を測定することができる。

(3) 評価の観点及び規準

① 自然事象への関心・意欲・態度

③ 観察・実験の技能・表現

別紙の評価規準表

(4) 「他者と関わる」「共に学ぶ」や「他者理解力」「自己表現力」育成に関する学習活動について

- ・実験の予想を交流し合うことで、互いのイメージを理解し、自分の考えを見直したり深めたりする。
- ・他の人に理解してもらえるような発表の仕方を工夫する。

(5) 本時の展開

| 学習活動・内容 | 教師の指導・支援 | 評価規準及び方法 | 時間 |
|-----------------------------|---|---|----|
| 1. 既習事項の復習をする。 | ・ 小学校での電流の強さと豆電球の明るさ及びモーターの回り方との関係を想起させる。 | | 5 |
| 2. 電流の強さと単位、及び電流計の使い方を確認する。 | | | 10 |
| 豆電球の前後で、電流は変化するだろうか？ | | | |
| 3. 課題について予想し、発表する。 | ・ 豆電球を通る前後の電流の強さについて、自分なりの理由もつけて予想する。 | | 10 |
| 4. 実験を行う。 | | ① [観察] 電流測定の実験に興味をもち、進んで調べようとしているか | 15 |
| 5. 実験結果から自分なりのまとめを書く。 | ・ 測定結果を黒板の表に書き、他の班の結果を比べさせる。 | ③ [観察・ワークシート] 電流計を正しく使い、電流を測定することができる。 | 5 |
| 6. 全体でまとめをする。 | | | 5 |

この授業では、3の課題の予想を発表する場面と、5の実験結果の交流の場面を他と関わって思考する場面として設定した。2年3組（40人）では発表された予想とその理由は大別すると以下の通りになった。

豆電球を通る前 > 通った後 ……13人 豆電球を通る前 < 通った後 ……0人
豆電球を通る前 = 通った後 ……27人

《電流が減ると考えた予想の理由》

ア 豆電球を光らせるのに、電流を使うから。

イ 電池を使うと減るから。

《電流が変わらないと考えた予想の理由》

ウ 電流は豆電球の中を通るだけで、使われていないと思うから。

エ 電流は豆電球で減るのではなく、回路全体で減ると思うから。

2年4組（40人）でも同様の授業を行った。以下は発表された予想とその理由である。

豆電球を通る前 > 通った後 ……22人 豆電球を通る前 < 通った後 ……0人
豆電球を通る前 = 通った後 ……18人

《電流が減ると考えた予想の理由》

ア 豆電球を光らせるのに、電流を使うから。

イ 電池を使うと減るから。

《電流が変わらないと考えた予想の理由》

ウ 電流は回路を回っている。もし減るとすると、電流計の値はどんどん減っていくことになるから。

エ 小学校の時に、豆電球を直列につないだら、同じ明るさだったから。

また、授業後にアンケートを行い、互いの予想とその理由を発表する3の場面で他者の意見を聞いた時の考えについて調査した。アンケート内容は以下の通りである。

Q1：豆電球を光らせる前後の電流はとなると予想したか。

Q2：授業で発表があった予想の理由のうち、「なるほど」と思ったものはどれか。また、どんな点で「なるほど」と思ったか。

2年3組の授業後のアンケート結果

□ は自分の予想と同じ意見に共感した生徒、〰 は自分の予想と違う意見に共感した生徒

| Q1：豆電球を光らせる前後の電流はとなると予想したか。 | Q2：授業で発表があった予想の理由のうち、「なるほど」と思ったものはどれか。 | | | | |
|-----------------------------|--|-------------|------------------------------|------------------------------|----------------|
| | 電流が減ると考えた理由 | | 電流が変わらないと考えた理由 | | 「なるほど」と思うものはない |
| | 豆電球を光らせるのに、電流を使うから。 | 電池を使うと減るから。 | 電流は豆電球の中を通るだけで、使われていないと思うから。 | 電流は豆電球で減るのではなく、回路全体で減ると思うから。 | |
| 通る前>通った後 (13人) | 0人 | 4人 (31%) | 4人 (31%) | 3人 (23%) | 2人 (15%) |
| 〃 < 〃 (0人) | 〰 | | 〰 | | 〰 |
| 〃 = 〃 (27人) | | | | | |
| 合 計 (40人) | 0人 | 16人 (40%) | 11人 (28%) | 8人 (20%) | 5人 (13%) |

2年4組の授業後のアンケート結果

□ は自分の予想と同じ意見に共感した生徒、〰 は自分の予想と違う意見に共感した生徒

| Q1：豆電球を光らせる前後の電流はとなると予想したか。 | Q2：授業で発表があった予想の理由のうち、「なるほど」と思ったものはどれか。 | | | | |
|-----------------------------|--|-------------|--|---------------------------------|----------------|
| | 電流が減ると考えた理由 | | 電流が変わらないと考えた理由 | | 「なるほど」と思うものはない |
| | 豆電球を光らせるのに、電流を使うから。 | 電池を使うと減るから。 | 電流は回路を回っている。もし減るとすると、電流計の値はどんどん減っていくことになるから。 | 小学校の時に、豆電球を直列につないだら、同じ明るさだったから。 | |
| 通る前>通った後 (22人) | 1人 (5%) | 4人 (18%) | 4人 (18%) | 13人 (59%) | 0人 |
| 〃 < 〃 (0人) | 〰 | | 〰 | | 〰 |
| 〃 = 〃 (18人) | | | | | |
| 合 計 (40人) | 4人 (10%) | 6人 (15%) | 7人 (18%) | 20人 (50%) | 3人 (8%) |

3組のアンケート結果から、電流が減ると予想したグループのうち、31%は減ると予想した理由に共感しているが、54%の生徒は逆の考えである変わらないと予想した理由に共感している。また、変わらないと予想したグループのうち、45%は変わらないと予想した理由に共感し、44%は逆の考えである電流が減ると予想した理由に共感している。このことから、自分なりの考えで予想し、その理由を書くには書いたが、反対の考えにも心を引かれている様子が分かる。また、他者の意見によって自分の考えをより強化した生徒もいるようである。

4組のアンケート結果から、電流が減ると予想したグループのうち、23%は減ると予想した理由に共感しているが、77%の生徒は逆の考えである変わらないと予想した理由に共感している。また、変わら

ないと予想したグループのうち、28%は変わらないと予想した理由に共感し、56%は逆の考えである電流が減ると予想した理由に共感している。このクラスでは、小学校の時に豆電球を直列につないだときに2つとも同じ明るさだったという意見に共感した生徒が、電流が減ると予想したグループにも変わらないと予想したグループにも多く見られた。このクラスでは、小学校の学習として直列につないだ2つの豆電球の明るさが同じであったという意見に共感した生徒の割合が、電流が減ると考えたグループにも変わらないと考えたグループにも非常に多かった。この意見になるほどと思った理由の中には、「理屈とかは抜きで、小学校で学んだことだったのでイメージしやすかった」「そういえば、小学校の時に習ったと思い、確かにそうだと感心した。分かりやすかったし、事実を根拠にしているところが良かった。」というものが多くあり、小学校時代の共通の学習体験が他の生徒の共感を得て、説得力のある意見となったようである。

どちらのクラスでも、各自の予想とその理由を交流させた結果、自分の考えや他者の考えの妥当性について再検討する過程が生じ、実験で確かめようとする目的意識を持たせることができた。そして、積極的に実験に取り組む姿勢にもつながったと考えられる。

3. 実践を終えて

今回の授業実践では、豆電球を通前後の電流の強さに違いがあるかを予想し、その理由を交流させた。交流以前に自分の意見や考えをしっかりと持たせることが重要であるので、自分で考える時間を確保し、その後意見を発表させた。塾等で事前に電流が変わらないことを知っている生徒も、その理由を問われても表現しきれずに困惑したりしている様子があり、反対意見の理由を聞いて自分の意見に自信がなくなったりするところもあった。しかし、4組であったように、小学校での共通の学習体験などの事実をもとに理由をあげると、多くの生徒の共感を得ることができていた。生徒自身の自然体験や生活体験が以前の生徒に比べて希薄になっている現在、生徒が共通して体験していることは、小学校での既習事項を中学校の教師としてもしっかりと押さえ、共通体験から学習を展開していくことが効果的であることがわかる。実際に測定してみると、豆電球の前後で電流は減らないことは確認できたのだが、「電流が変わらないのならば、電池はどうして減るのか？」という新たな疑問が、生徒の中から出てきた。電流の正体が教科書から無くなったため、今後の説明が難しくなったが、「電池が切れる」「電池がなくなる」「電池が減る」という日常会話で使われる表現が、目に見えない電流にかかわる様々な現象に対するイメージに影響を及ぼしていることが伺える。また、予想段階の交流であったが、単に実験結果から電流が変わらないことが分かったという平面的な考察にとどまらず、「電池がなくなるのはなぜだろう」という新たな疑問や課題を持つという学習の深まりにもつながったと考えられる。今回の実践は、1時間の授業の中のごくわずかな時間の交流であったが、生徒達は多くの気づきや戸惑いやふり返りが見られた。このような過程を授業の中に繰り返し組み込んでいくことで、理解が深まったり、実験への目的意識が高まったりすると思われる。

中学校では学習内容も多く、話し合ったり交流したりする時間をたくさん取ることが難しい場合が多い。全ての学習場面で交流を取り入れることは困難ではあるが、今回の実践のように少しの交流であっても、結果や考察などのいろいろな段階に影響し考えを深めることができると思われる。今後はさらに交流の方法や発表の仕方など、効率的で効果的な方法を探っていきたい。また、根拠となる事実を述べたり論理的に表現するなど発表の仕方や表現、伝え方や聞き方等、より考えが深まる交流の仕方についても工夫していきたい。

実践例 2

3 年 「運動とエネルギー」の授業実践から

1. はじめに

第1分野の目標として「物質やエネルギーに関する事物・現象に対する関心を高め、その中に問題を見出し意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。」ことがあげられている。第1分野の特徴は、学習する事象が比較的容易に再現しやすく、実験結果から規則性を見出しやすいことである。この特徴を生かすため、指導する側は常に意識して、生徒自身が疑問をもち、意欲的に探究的な活動を行い、規則性を発見したり、課題を解決するよう方向付けしてやることが大切である。また、観察や実験を行ったあと、表やグラフを使って結果をまとめたり、実験レポートの作成や発表などを通して表現力を養っていくことも重要である。これには、個人で観察・実験のレポートを作成することはもちろん、お互いに積極的な意見交流をして、自分の考え方と他の考え方を比較検討したり、議論したりすることが、より確かな思考力や表現力を身につけ、理解を深める上で必要不可欠である。

2. 実践の内容

観察や実験に基づき科学的な思考を深めさせるためには、生徒が自分の考えで予想し、それを確かめるための実験を計画・実施した後、結果をもとに考察する、という過程を意識して指導していくことが重要である。ただし、この過程の中で、自分で予想したり考察したりすることは、課題解決のための思考力を身につけるためにはもちろん必要であるが、自分の考えに確信をもったり、いろいろな見方や考え方を知ることにより深く事象を捉えることができるよう、適時、意見交流をしていくことも重要である。

そこで、学習活動を進めていく中で、効果的な交流として次の3つの場面を考えてみた。

○お互いの予想から事象をいろいろな角度からとらえ、課題を把握するための交流

○考察を発表しあい、自分の考えに確信をもち、いろいろな考えを知ることによって理解を深めるための交流

○実験結果から、新たな課題（疑問）を見つけ、解決するための方法を考えるための交流

1つの学習活動の中にすべての交流を取り入れることが理想ではあるが、毎回となると困難な部分もあるので、学習内容によって、重要視するものを選んで取り組んでみた。以下に、生徒のレポート例を提示しながら、交流による学習の効果を紹介していく。

(1) 課題を把握するための交流

レポート例①は、単元の導入段階の、物体の運動のようすを表現する場面で行ったものである。ここでは運動のようすを記録したストロボ写真をみて、運動の特徴をとらえ、そのようすを言葉で表現させた。各自で表現した後、グループ内で意見交流し、お互いに不足しているものを補わせるようにしたところ、運動のようすを表現するには、向きや速さの変化について述べる必要があることに気づくことができた。また、はじめは、何をどう書けばよいのかははっきりとつかむことができなかった生徒も見られたが、これ以後の実験においては、ほぼすべての生徒が運動のようすの特徴を詳しく表現したり、その理由を推測したりすることができるようになり、その後の探究活動にも目的意識をもって取り組むことができるようになった。

【レポート例①】

紙飛行機の運動

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 一定の間隔で一定のスピードで飛んでいる。 右から左に飛んでいる。 だんだん上にあがっている。 変形はしていないが、飛行機の向きが変換している。 | <ul style="list-style-type: none"> まっすぐ飛んでいる。 ゆっくりあがっている。 飛行機後部のそのものに形に変化はない。 飛びはじめはゆっくり、高くなるほど「ラッパ」 |
|--|--|

自分の意見をまとめたもの

交流により付け加えたもの

ラケットで打ち返したバドミントンのはねの運動

| | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> とんできた球の間隔は狭い。 上は弧を描くようにしてとんでいるけど、下はほとんど真すぐとんでいる。 (上は右)落ちる角度の方が急、あがるときはゆるやかな。 上のはねの向きは全部同じ(そのままを重畳される状態)。下のはねはバラバラ。 下の方が間隔がとてない(スピードが速い) | <ul style="list-style-type: none"> 上と下でとんでいる方向が反対、力を加えた方向にはほとんどとんでいく。 はねの丸い部分が力を加えた方向に向くように回転している。 |
|---|--|

(2) 理解を深めるための交流

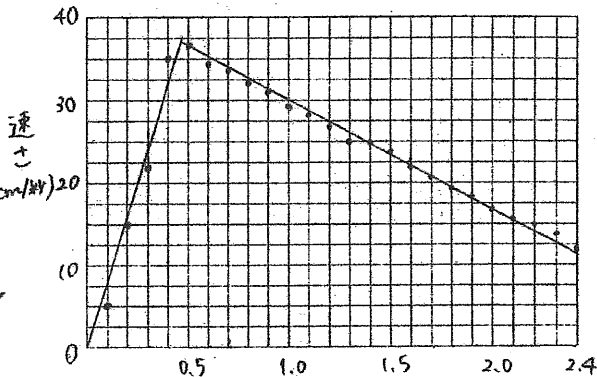
レポート例②は、手で台車を押したときの運動のようすを記録タイマーで調べ、実験結果をグラフで表した後、グループ内で意見交流をしながら、どんな運動であったかを考察し、まとめたものである。どのグループでも、“はじめのうちは速さが増していくのはなぜか”、“ほぼ一定の割合で遅くなっているのはなぜか”について、力のはたらきと運動のようすを関連付けて考えることができたようである。交流することで、何を考察すればいいのかわからないという生徒が減り、理解を深めていくことができた。

【レポート例②】

考察

(1) 実験結果から、時間と速さの関係を表すグラフを描きなさい。

(実験の結果求められた量)



(実験結果が求めた(数に)量) グラフの描き方 (誤差)

(2) 力学台車は水平な床の上でどのような運動をしたかまとめなさい。

はじめの0.5秒間は0.1秒ごとに2cmずつ加速しながらすすんで、0.5秒後からは、速さは0.1秒ごとに速さ1cm/秒ずつ減っていた。このとき、はじめの0.5秒間は自分か台車を押していた時間だということから、0.5秒後からは減速ばかりすすみ、いずれは止まるという動きも見るべきことができた。

グラフを見てみると、右上がりのグラフと右下がりのグラフがあり、右上がりのとき、速さははやくなり、右下がりのとき、だんだん遅くなっていくということがあるので、この台車が止まるというときは、自分が押した力以外に、その他の力がはたらいていたということになる。この力について、おぼろげにわかった。

(2) 力学台車は水平な床の上でどのような運動をしたかまとめなさい。

・約0.5秒間加速を続け、その後ゆっくり減速した。加速している時間は短く、減速し力学台車が止まるまでには、加速するときの5倍以上の時間があつた。

・力学台車を手で押しているあいだは、加速を続ける。(加速している時間が長いほど手で力学台車を押していることには)だんだん速さが遅くなっていったのは、力学台車から手を離れたから、⇒力が加わっているときだけ加速する。

・加速しているときは、時間と速さは比例の関係にある。(xの時間、yが速さだとすると、 $y = 8.75x$)

・力学台車が動く向きは速さに関係なく同じだった。

・同じ割合で増減している。(加速)0.1秒ごとに約8.75cm/秒 (減速)0.1秒ごとに約1.25cm/秒

・まて力によって、力学台車は、減速し止まった。

(2) 力学台車は水平な床の上でどのような運動をしたかまとめなさい。

始めは、一気にスピードが上がり、次にその後は、少しずつ同じような間隔で遅くなっていき、止まった。

一気にスピードが上がったときは、ずっと手で押していた時間で、手をはなれた後は、だんだん速さが遅くなっていったと考えられる。

手をはなれた後は、速さは遅くなるばかりで速くなることはなかった。

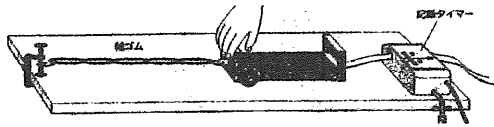
手で押していたときは、0.1秒で約13cm進んだが、手をはなれた後は、0.2秒で5cm、0.1秒で約2.5cmずつ遅くなって、手で押していたときの速さの方が、手をはなれた後遅くなっていく割合より大きいことがわかった。

(3) 解決するための方法を考える交流

レポート例③は、輪ゴムの力で台車を引っ張らせた時の運動のようすを調べ、まとめたものである。課題を明確に捉えることができたため、実験結果を考察していくうちに、“ゴムののびと速さのふえ方の関係はどうなっているのか”といったような新たな課題(疑問)を見つける生徒が多くでてきた。その生徒たちが中心となって、グループ内や全体に課題(疑問)を投げかけることで、他の生徒もその課題(疑問)に気づくことができ、さらに深く探究活動を進めていくことができた。

【レポート例③】

実験 水平な床の上で輪ゴムで動かされた力学台車の運動



1. まずよく見てみよう

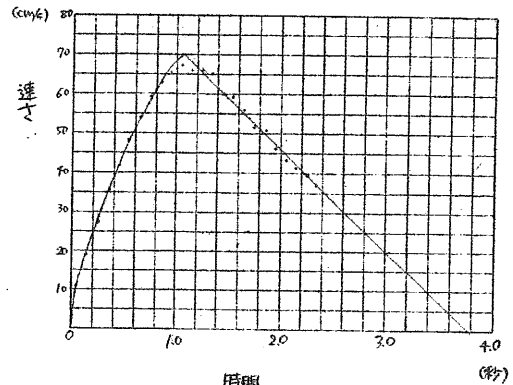
どのような運動をしたか表現してみよう。またそのような運動になった理由も考えてみよう。

| 運動のようす | 理由 |
|------------------------------------|-------------------------|
| ・輪ゴムをつけたところまで、速さがだんだん遅くなっていった。 | ・輪ゴムの力によって台車が引きよせられたから。 |
| ・輪ゴムをつけたところを通過すると、速さがだんだん遅くなっていった。 | ・ |
| ・止まると、反対方向に再び動き出した。 | ・ |

| 運動のようす | 理由 |
|----------------------------------|------------------|
| ・勢よく走り、輪ゴムの止めてある方向に向かってく、勢よく走った。 | ・輪ゴムにひかれられていたから。 |
| ・どんどん遅くなっているように感じた。 | ・勢いがつかないから。 |
| ・ゴムをひっぱるほど遅くなった。 | ・より強くひかれるから。 |

3. 実験結果をまとめよう

(1) 時間と速さの関係を表すグラフ



現象を見て理由を考える
課題を把握するための交流

速くなる時、放物線のような変化をしたものはないか。

輪ゴムの張り具合と力の大きさの関係を調べる。

(道具) 輪ゴム10本つき、はねばかり(スケール)

| | |
|-------|---------|
| 60cm | → 0.55N |
| 90cm | → 1.05N |
| 120cm | → 1.35N |
| 140cm | → 1.55N |

輪ゴムの張り具合が大きほど、力の大きくなる。

※記録タイマー以外で調べてみたこと (方法・結果)

① 台車がゴムに引かれておらず、しかもゴムがたるんでいる位置を調べた。

アスファルト地から約79cmの位置だった。

(この位置の位置を0cmとする)

よって、ゴムは1.4秒後から動き始めたことがわかる。

それまでは、ゴムの力がまだより強かったため、加速していた。

それ以後は、ゴムの力が弱くなっていったので、減速していったのだと分かる。

② 台車をひくのに必要な力、輪ゴムがたるまないぎりぎりの力の大きさを調べた。すると同じことが分かった。

※記録タイマー以外で調べてみたこと (方法・結果) 準備 はねばかり、定規、ゴム
輪ゴムの長さ 引く力の関係

| | |
|---------|---------|
| 75.0cm | → 0.5N |
| 100.0cm | → 0.9N |
| 125.0cm | → 1.3N |
| 150.0cm | → 1.75N |

25.0cmずつ増やした

新たな課題(疑問)を解決するために
考えた実験方法とその結果

② 考察

- ・ 0秒～1.05秒までは速さが速くなり、1.05秒～は速さが遅くなっていった。

0秒～1.05秒

時間か経つにつれて速くなる割合が低くなった。

やや凸凹した部分のようなグラフになった。

1.05秒時

1.05秒～

0.1秒につき2.49cm/sずつ遅くなった。

一定の割合で

直線のグラフになった。

直線に引かれて前進すると、たまたま力がかかり、速くなる割合も小さくなる

輪ゴムの力がなくなる前に止まるのと同じように思う。

② 考察

上のグラフは、一定直線と結んだもの、曲線が気にはならない。

実際はどちらかが正しいのだ。

直線の方が正しいのか、一定の割合で曲線が速くなる割合が小さいのか。

そこで、はねばかりで力を測る実験をしよう。ゴムを引く力は、力の大きさがわかる。

最初は強い力が加わり、次第に力がかかり減っていく感じがする。

よって、曲線に近づいていくのが正しいのだと思う。

② 考察

1.1秒より速さは速くなっていく。

最初から速さの増える割合が大きく、たまたま時間がかつにつれて速さの増える割合が減っていくのがわかる。これはゴムが台車を引、張る力が一定の割合で最も強く、時間がかた5秒が元に戻って、引、張る力が弱くなっていくためである。

1.1秒以降の速さの変化はほとんど一定だと思える。

加速しているときの平均の速さは減速しているときの平均の速さより速さの増える割合が大きい。

ゴムが台車を引く力が台車にかかる摩擦より小さくなってしまったので、急減速が始まった。

グラフは加速時は曲線、減速している時はほぼ直線になる。

台車が減速している時は台車に一定の摩擦係力が加わっているため、直線になるのだと思う。

※の考察

比例関係でなくてもゴムの長さを伸ばし引く力は増えている。

これにより台車の実験での加速している時のグラフは曲線になるのだと思う。

(4) 課題を把握し、解決方法を考え、理解を深めるための交流を意識した授業実践例

3年3組 理科 学習指導案

2006年6月13日(火)

第5限 第1理科室

指導者 辰巳 豊

1 単元名 「物体の運動」

2 目標

- ・斜面を下りる台車の運動をもとに、力がはたらいているときの物体の運動を調べる。
- ・運動の向きに力がはたらくと、速さは大きくなっていき、力が大きいほど、速さのふえ方が大きくなることを理解する。
- ・物体の運動を妨げようとするまさつ力のはたらきを理解する。
- ・物体に力がはたらかないときや、はたらいていてもつりあっているとき、物体は等速直線運動をすることを理解する。

3 評価の観点及び規準

【1 自然への関心・意欲・態度】

- ① 力と運動のとの間にある規則性に関心をもち、定量的に現象を調べようとする。
- ② エアトラック上の運動など、まさつ力がはたらかないときの物体の運動に興味をもち、進んで調べようとする。

【2 科学的な思考】

- ① 台車の運動を記録したテープをもとに、台車にはたらく力と速さの変化との関係を見出すことができる。
- ② 物体に力がはたらかないとき、物体は静止し続けたり、運動し続けたりすることを推論できる。

【3 観察・実験の技能・表現】

- ① 記録タイマーを正しく使って、物体の運動の速さの変化を調べることができる。
- ② 記録タイマーによって記録したテープを使って、時間と速さの関係をグラフに表すことができる。
- ③ ストロボ写真やグラフから、運動のようすを読みとることができる。

【4 自然事象についての知識・理解】

- ① 斜面を下りる台車には、いつも斜面にそって下向きの力がはたらいていることを説明できる。
- ② 運動の向きに力がはたらき続けるときの物体の運動について説明できる。
- ③ まさつ力とはどのような力か説明できる。
- ④ 力がはたらかないときの物体の運動について説明できる。

4 指導にあたって

(1) 教材観

この単元では、物体の運動を、力がはたらく場合と、はたらかない場合について観察・実験を通して学習していく。物体の運動については、日常生活の中で身近に起きている現象でもあるので、できる限り、誰もが経験していることを思い出させながら学習させていきたい。

(2) 生徒観

実験・観察に意欲的に取り組み、実験結果をレポートにまとめていく力を身につけている生徒が多く見られる。また学習を通して、いろいろな疑問を持ち解決したいと願ったり、より詳しく知りたいと思っている生徒も多くいる。

この単元では、日常生活の中で身近に起きている運動について学習していくが、あまりにも“身近過ぎ”で、理由を考えたり、疑問をもったりすることがない（もちにくい）ようである。いろいろな質問を投げかけることで、これまで意識しなかったような点に着目させ、関心をもたせるようにしている。

これまでの学習を通して、運動のようすを表現（向き・速さの変化）したり、記録タイマーで得られたデータを処理しグラフ化することはほぼ身につけている。

(3) 指導観

運動のようすを理解するためには、まず、現象をよく観察し、全体像を捉えることが大切である。そこで、導入段階では、見たままのようすをできるだけ詳しく言葉で表現させ、班内で意見交換をすることで課題を明確にさせるようにしている。その後で、記録タイマーなどを使い、速さを定量的に調べさせ、より詳しく運動のようすを表現させるようにしている。また、各自（班）で予想したことや疑問に感じたことを解決させる実験にも取り組ませるようにしている。

5 単元の指導計画と評価方法

| 次 | 時数 | 学 習 の 流 れ | 評 価 計 画 | | | |
|-----|----|--|---------|---|---|---|
| | | | 関 | 思 | 技 | 知 |
| 第一次 | 2 | 力がはたらいているときの運動 | ① | ① | ① | ① |
| | | (1) 斜面を下りる台車の運動を調べよう。 (2) 斜面の傾きによって、台車の運動はどのように変わるだろうか。 | | | ② | ② |
| 第二次 | 2 | 力がはたらいていないときの運動 | ② | ② | ③ | ③ |
| | | (3) 斜面を下りた台車は、水平な面でどんな運動をするのだろうか。 (4) まさつ力がはたらかないとき、物体は水平面でどんな運動をするのだろうか。 | | | | ④ |

6 本時の学習（第一次中の1時）

(1) 題材名 斜面を下りる台車の運動

(2) ねらい

- ・台車を使って斜面を下りる運動のようすを調べるにはどのような実験をすればよいか考えることができる。
- ・台車が斜面を下りるときの運動は、時間とともに速さが大きくなり、斜面の傾きが大きくなるほど、速さのふえ方が大きくなることを見出すことができる。

(3) 評価の観点及び基準

- ・運動のようすを表現し、グループ内で積極的に意見交換することができる。【関心・意欲・態度】

・斜面を下りる運動のようすを調べるための実験方法・手順について考えることができる。【科学的な思考】

・実験データを正しく処理することができる。【観察・実験の技能・表現】

(4) 「他者とのかかわる」「共に学ぶ」や「他者理解力」「自己表現力」育成に関する学習活動について

・グループ内で各自の考えを発表し意見交換することで、学習課題について共通の認識をする。

・協力して実験に取り組み、自分たちの力で問題を解決していく（実験結果から考察していく）。

(5) 本時の展開

| 学習活動・内容 | 教師の指導・支援及び留意点 | 評価基準及び方法 | 時間 |
|--|---|--|----|
| 1. 課題把握 | | 〈関心・意欲・態度〉 | |
| (1) 実験のねらいを聞く | ・ 自転車で坂道を下りるとき の経験を思い出させながら 考えさせる。 | 運動のようすを表現し、 予想などをたてること ができる | 3 |
| (2) 各自で表現・予想する | ・ 理由についても考えさせる。 | (観察、レポート) | 7 |
| ・ 斜面を下りる台車の運動のようすを 言葉で表現する。 | ・ 自分の考えに補足すること などがあれば必ず記入させ るようにする。 | 〈関心・意欲・態度〉 積極的に意見交換がで きる（観察） | 20 |
| ・ 斜面の傾きを変えると運動のようす はどう変化するか予想してみる。 | ・ 記録タイマーのデータ以外 に調べることがないか考え させる。 | 〈科学的な思考〉 課題に対しての解決方 法を考えることができ る。 | |
| ・ 疑問点などを出す。 | ・ グループの課題として何を 調べるか決めさせる。 | (観察、レポート) | 20 |
| (3) グループ内で意見交換する | | | |
| ・ 意見を発表し合い、補足・質問・疑 問点などを出すことで課題を明確に する。 | | | |
| ・ 斜面を下りる運動のようすを調べる には、どのような方法・手順で実験 を進めていけばよいか考える。 | | | |
| 2. 実験 | ・ 机間指導で適時助言する。 | 〈観察実験の技能・表現〉 | |
| (1) 各グループで決めた方法・手順で実 験を進める。 | ・ 記録タイマーのデータは各 自1本処理できるようにす る。 | 記録タイマーによって 記録したテープを使っ て、時間と速さの関係 をグラフに表すことが できる。（レポート） | |
| ・ 斜面を下りる台車の運動を記録タイ マーで調べる。 | | | |
| ・ 斜面の傾きを変えて同様に調べる。 | ・ テープの処理は、0.1秒ご との移動距離から速さを求 めさせる。 | | |
| ・ グループ独自の課題について調べる。 | ・ 未処理のテープには実験し た条件などをメモさせてお く。 | | |
| (2) データ処理・分析 | | | |
| ・ 各自で担当する記録テープのデータ 処理をした後、グループ内でデータ を共有し、グラフで表す。 | | | |
| 3. 次時の予告 | | | |

レポート例④のように、予想とその理由を考え意見交流することで、グループ全員が課題を把握することができたため、実験方法の確認から考察、与えられた課題（運動のようすと傾きによる変化）以外の疑問についても調べ、考察していくことができた。どの生徒もレポート用紙いっぱいに自分の考えや、交流によって得ることができたことをまとめた大変深まりのある学習をすることができたようである。

3. 実践を終えて

今回の実践では、“お互いの予想から事象をいろいろな角度からとらえ、課題を把握するため”，“考察を発表しあい、自分の考えに確信をもち、いろいろな考えを知ることで理解を深めるため”，“実験結果から、新たな課題（疑問）を見つけ、解決するための方法を考えるため”に生徒間での意見交流を取り入れてみた。意見交流といっても、ただ自分の意見を発表したり、相手の意見を聞くということだけに終わらせないように、例えば、自分と意見や考え方が違う場合は必ず、「自分はこう考えているのだが、なぜそう考えるのか」というように相手に質問するようにさせた。このようなやりとりをする中で、相手の考えに共感して自分の考えを修正したり、どちらが正しいかはっきりさせるにはどんなことを調べればよいのか、互いに考え合い、明確な問題意識をもって学習を進めていくことができるようになった。いろいろな場面で交流をしていくことで、より理解が深まっていくことは明らかであるが、どうしても交流に多くの時間がとれないのも現状である。探究活動をする上で、課題を把握することが何より大切である。したがって、そのような場合でも、予想したり、現象を見て理由を考えさせるなどの場面だけでも交流することができれば、その効果は大きいと思われる。今後、より効果的な交流ができるよう、発表の仕方や聞き方、進め方などについて改善していきたいと思う。