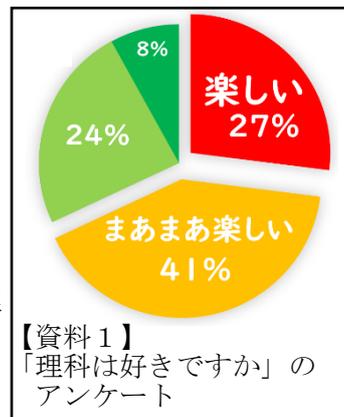


2 研究テーマ 「問題解決学習を通して、探究することが好きになる生徒の育成」
～3年生 「運動とエネルギー」の学習を通して～

3 研究概要

(1) 主題設定の理由

本年度当初、本学年で実施した理科に対するアンケート【資料1】では、「理科が楽しい」「理科はまあまあ楽しい」が68%と理科に対する興味・関心が高いことが分かった。しかし、理科に興味・関心が高い68%の理由を見ると、「実験があるから楽しい」が78%とほとんどの生徒が理由に挙げていた。「考察や問題解決をすることが好き」と答えた生徒はほとんどいなかった。理科の学習指導案にもある「自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う」ことができていない現状にある。



その原因として、探究的な学びではなく、教師が生徒に「させる」授業になってしまっていたのではないかと考えた。実生活において、問題解決をしていく過程において、探究をしている。探究とは、「一つの学習の流れを型として捉えるものではなく、生徒たちが探究をしていく中で新たな概念を生み出し、自ら授業の流れをつくって問題を解決していく」ことである。しかし、日々の授業では、教師が事前に考えた授業の流れに無理やり乗せたり、あるいは教師が与えた課題をやらせたりするなどの教師主導の授業になっていることを改善したいと考えた。

そこで、生徒と教師の実態を受けて、本主題『問題解決学習を通して、探究することが好きになる生徒の育成 ～3年生「運動とエネルギー」の実践を通して～』とし、実践することにした。

(2) 目指す生徒像

問題解決学習を通して、探究することが好きになる生徒

(3) 研究仮説と手だて

【仮説】

生徒が既知の内容を生かし、主体的・協働的に学んでいく上で問題解決の過程の良さを実感することができれば、探究することが好きになるだろう。

<仮説における手だて>

【手だて1】 生徒自身の力で問題を解決できる単元構想を工夫する。

- ・実生活や実社会とのつながりを実感できる「単元の導入」を工夫する。
- ・生徒の考えで授業を進めていく「授業展開」を工夫する。

【手だて2】 自己の考えを広げるための協働的な学びの機会を設ける。

- ・個の考えをもった上で、チームで考察したり、実験を行ったりする。

【手だて3】 探究の現状と問題解決の道筋を把握するために、振り返りの場を設ける。

- ・自分やチームの探究をまとめ、自身の考えについてまとめる時間を設ける。

(4) 抽出生徒Aについて

本研究では、次の生徒Aの変容を追うことによって検証していく。

成績は中位である。4月のアンケートでは「理科は楽しい」と解答している。しかし、理由のところには、「実験があるから」と挙げており、探究することが楽しいわけではない。実験をすることが目的になっている現状にある。

【資料2】 生徒Aの実態

生徒Aは、理科の授業、実験に楽しさを見い出しているが、探究することを楽しさを見い出しているわけではない。生徒Aが主体的・協働的に学んでいく上で、問題解決の過程の良さを実感することができるだろう。この単元を通して、問題解決の良さを実感し、探究することに面白さを感じてほしいと願う。さらに生徒Aが探究をしていく中で、理科の見方・考え方を働かせ、問題解決能力を養うことができるよう支援する。本実践では、授業中の発言、授業後の感想、自己評価などでの検証が主となる。

4 単元計画 (16時間完了)

段階	時	実践番号	手だて	学習課題	内容
導入	1	実践1	1 2 3	コースターでは、どのコースが一番先にゴールするのだろうか。	コースで物体の運動を予想し、学習の見直しをもつ。
展開	2		3	運動の向きに力を受け続けている物体は、どのような運動をするのだろうか。	物体が加速し続けることを調べる。 正の加速があることを調べる。
	3		3	運動の向きと逆向きに力を受け続ける物体は、どのような運動をするのだろうか。	物体が加速し、減速することを調べる。 負の加速があることを調べる。
	4		3	運動の向きに力を受け続けていない物体は、どのような運動をするのだろうか。	等加速度運動を調べる。実際には摩擦力、空気抵抗があることを理解する。 慣性の法則を理解する。
	5	実践2	2 3	斜面を下る物体が受ける力と運動には、どのような関係があるのだろうか。	斜面を下る台車の運動を調べる。
	6		2 3	道具や機械を使うと、仕事の大きさはどのようになるのだろうか。	仕事の大きさと力の大きさと動かしした距離の関係について調べる。 定滑車と動滑車を使った仕事について調べる。
	7		2 3	位置エネルギーの大きさは、何に関係しているのだろうか。	位置エネルギーの大きさと高さや質量の関係を調べる。
	8		2 3	運動エネルギーの大きさは、何に関係しているのだろうか。	運動エネルギーの大きさと速さや質量の関係を調べる。
	9		2 3	位置エネルギーと運動エネルギーの間には、どのような関係があるのだろうか。	位置エネルギーと運動エネルギーの関係について調べる。
	10		2 3	位置エネルギーと運動エネルギーの間には、どのような関係があるのだろうか。	位置エネルギーと運動エネルギーの関係について調べる。
11	実践3	1 2	どのコースが一番先にゴールをするのかを物体の運動とエネルギーを用いて説明しよう。	コースターにおいて、実験を行い、物体の運動とエネルギーの観点から説明する。	
12		1 2	どのコースが一番先にゴールをするのかを物体の運動とエネルギーを用いて説明しよう。	コースターにおいて、実験を行い、物体の運動とエネルギーの観点から説明する。	
まとめ	16	実践4	1 2	どのコースが一番先にゴールをするのかを物体の運動とエネルギーを用いて説明しよう。	コースターにおいて、実験を行い、物体の運動とエネルギーの観点から説明する。

5 実践

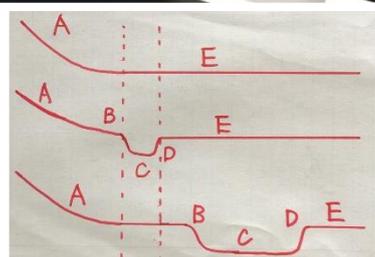
実践1 コースターでは、どのコースが一番先にゴールするのだろうか。(手だて1、2、3)

本単元では、生徒が既知の知識だけでは問題解決することができず、今回の単元で学習する「運動とエネルギー」で説明することができる「トリプルコースター」を導入で用いた。始めに、最も早くゴールするコースを予想する時間を設定した。トリプルコースター【資料3】は、鉄球を転がす3つのコースがある。【資料4】(A:斜面を転がり、B:下り、C:平坦、D:上り、E:平坦)物体の運動と力学的



↑【資料3】
トリプルコースター

→【資料4】
トリプルコースターの図



エネルギーについて考えることができる器具を用意した。

始めに、3つのコースターを提示し、「3つのコースターを速くゴールする順番に並べてみよう」と問いかけ、生徒一人一人の考えがまとまったところで、全体で予想を挙手させるとその予想、考えについて話し合いの場を設けた。生徒の予想は、33人中22の生徒が「1番が速い」と予想し、次に2番、3番と続く予想が多かった。【資料5】その後、実際に実験を行い、3番のコースが一番速くなることを確認した。この後、「なぜ3つのコースターは、③→①→②の順でゴールをするのか」を考える時間を設定した。この時間は、自由に実験をしてよいこと、タブレットで撮った動画を見返してもよいこととした。【資料6】は、この時間の生徒Aの予想を立てた理由である。「凹凸がなくて、一番短い」や「へこみの角度が大きい」からも分かるように、物体の運動やエネルギーについて学習していないため、斜面の違いによって速さが違うことは理解できているが、抽象的な言葉が多くなっている。その後、気付いたことをチームで話し合った。生徒Aのチームでは、Bの地点までは同じように進んでいること、B～C地点の斜面の違いによって進む速さが違うことに気付いていた。しかし、この現象を説明するところまでには至っていない。さらに、学級全体を見ても、説明できているチームは無かった。そこで最後に今後の授業で「なぜこの順番になるのかを考えていくこと」を単元の目標とした。次の【資料7】は生徒Aの振り返りである。【資料7】の下線部からも分かるように、予想と結果の違いに興味をもち、「分かるようになりたい」という願いが芽生えたことが分かる。

予想

① → ② → ③	12人
① → ③ → ②	8人
② → ① → ③	6人
② → ③ → ①	4人
③ → ① → ②	1人
③ → ② → ①	2人

【資料5】生徒の予想

①は凹凸がなくて一番短いから。
②はへこみの角度が大きいから。
③はへこみがゆるやかで"のぼるときに減速しやす"いから。

【資料6】生徒Aの予想を立てた理由

凹凸がなくて、一番短い」や「へこみの角度が大きい」からも分かるように、物体の運動やエネルギーについて学習していないため、斜面の違いによって速さが違うことは理解できているが、抽象的な言葉が多くなっている。その後、気付いたことをチームで話し合った。生徒Aのチームでは、Bの地点までは同じように進んでいること、B～C地点の斜面の違いによって進む速さが違うことに気付いていた。しかし、この現象を説明するところまでには至っていない。さらに、学級全体を見ても、説明できているチームは無かった。そこで最後に今後の授業で「なぜこの順番になるのかを考えていくこと」を単元の目標とした。次の【資料7】は生徒Aの振り返りである。【資料7】の下線部からも分かるように、予想と結果の違いに興味をもち、「分かるようになりたい」という願いが芽生えたことが分かる。

3つのコースターは1→2→3の順でゴールすると思ったけど、3→1→2になったのがびっくりした。何度やっても結果は変わらなかった。なんでそうなるかは分からなかったの、今後の授業で分かるようになりたい。

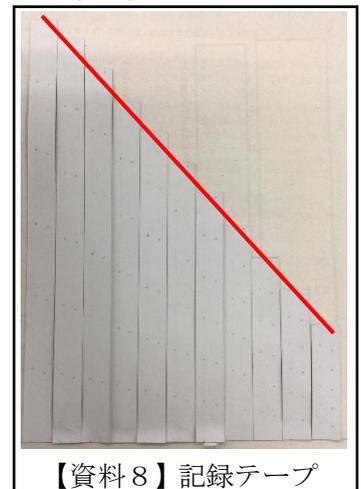
【資料7】生徒Aの振り返り

実践2 運動の向きに力を受け続けていない物体は、どのような運動をするのだろうか。

(手だて2、3)

第1時で多くの生徒が「斜面の違いで物体の速さ」が違うことに気付いていたため、速さと運動の関係について全体で調べることにした。第2～4時で、「運動の向きに力を受け続ける物体は、速さが大きくなること」「運動と逆の向きに力を受け続ける物体は、速さが小さくなること」を学習した。生徒は、「物体が速くなる＝一定の力が働き続けていること」を理解することができた。

第4時までの内容を基に、「一定の力が働かない状態になると、物体の運動はどのようになるのか」と問いかけ、予想する時間を設定した。「同じ速さで動く」が5人、「減速していく」が28人となった。そこで、途中で手を離れた物体がどのようになるのかを実験した。生徒が実際に実験をして得た記録した記録テープ【資料8】を見た生徒は、「減速していく」と反応をした。「なぜ、手を離すと減速していったのか」と問い直し、協働的な学びの時



- 【資料8】記録テープ
- C1 : なんで手を離すと減速するの？
 - C2 : 勢いが無くなったから。
 - C3 : 勢いが無くなったで説明になるのか？
減速したと変わらないよね？

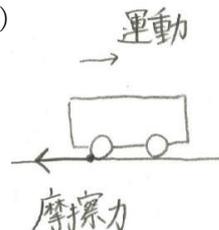
間を設定した。話し合いをしていく中で生徒Aのチームは、【資料9】のC8「運動の方向～減速していく」の発言より、摩擦力が働くから減速することを説明することができた。その後、摩擦力や空気抵抗がない場合は、等速直線運動をすることや慣性働くことを説明した。【資料10】の生徒Aの「どんな力～進み続ける」の記述から分かるように、等速直線運動を理解することができた。

前回やった実験は力を受けていない運動として実験したけど本来は摩擦という力を受けているという事がわかった。どんな力を受けていなかったらずっと進み続けるし、宇宙空間しかそのような実験が出来ないことを合わせて知る事ができた。

【資料10】生徒Aの振り返り

- C4 : これって力が全く働いてないの？
- C5 : 力が全く働いていると思う。
- C6 : 摩擦力が働いているからだと思う。
- C7 : 摩擦力って？
- C8 : (右の図を書きながら)

運動の方向と逆の方向に摩擦力がかかるから、減速していく。



【資料9】授業記録①

実践3 位置エネルギーと運動エネルギーの間には、どのような関係があるのだろうか。

(手だて2、3)

位置エネルギーと運動エネルギーを理解したところで、それらの間にはどのような関係があるのかを考える場を設定した。まず、1人に1つふりこを用いて、手を離れた場所と比べて、どの高さまでふりこが返ってくるのかを予想した。「元の高さと同じ」「元の高さよりも下」という意見が半分ずつになった。実際に実験してみると、ほぼ同じ高さになった。次に、【資料11】のように、「ひもの途中にペンを入れるとどうなるのか」と問いかけ、予想した。すると、先ほどとは違い、「元の場所と同じ」が7人で、「元の場所よりも下」になると答えた生徒が26人いた。実際に実験をしてみると、重りの高さが変わらないことに驚いていた。ここで、「ふりこの運動について、位置エネルギーと運動エネルギーで説明してみよう」と問いかけ、個人追究の時間とした。しかし、このとき生徒Aのワークシートは白紙になっており、説明することができていなかった。

そこで、協働的な学習として、チーム学習のときの授業記録である【資料12】。生徒Aは、C4の生徒の「ふりこの運動は～位置エネルギーは0になる」の発言、C5の「位置エネルギーが運動エネルギーに変わっているのか。」の発言

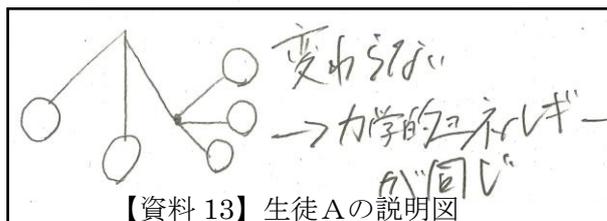
にあるように、位置エネルギーと運動エネルギーの関係について理解することができた。さらに、チーム学習の個人のまとめには【資料13】に示すように、図を使ってふりこの動きとエネルギーについてまとめることができた。協働的な学びによって、位置エネルギーと運動エネルギーの関係を理解することができた。また、生徒Aの振り返りには、【資料14】の「同じ高さに～同じことが分かった」



【資料11】ふりこの実験の様子

- C1 : 位置エネルギーと運動エネルギーの関係が説明できない。
- C2 : 位置エネルギーは高さがあるほうが大きい、運動エネルギーは速さが速いところが大きい。それは分かる？
- C3 : 分かる。
- C4 : ふりこの運動は、手を離れたところが一番位置エネルギーが大きくて、運動エネルギーは0。一番下の部分が運動エネルギーが一番大きくて、位置エネルギーは0になる。
- C5 : 位置エネルギーが運動エネルギーに変わっているのか。

【資料12】授業記録②



【資料13】生徒Aの説明図

振り子が動き続けることにびっくりした。同じ高さに来たときは、運動エネルギーが同じことが分かった。1番下のところが運動エネルギーが1番高いことも分かった。力学的エネルギーは保存されることも分かった。

【資料14】生徒Aの振り返り

のように記述しており、力学的エネルギーに着目できており、コースターの説明のヒントになる記述が見られた。

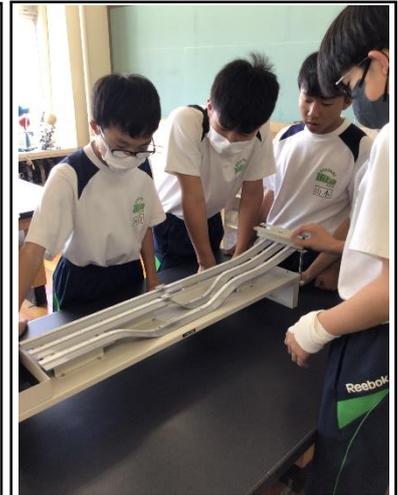
実践4 どのコースターが一番先にゴールをするのかを物体の運動とエネルギーを用いて説明しよう。

(手だて1、2)

単元のまとめとして、導入で扱った「なぜ3つのコースターは、③→①→②の順でゴールするのか」と問いかけた。初めに個人追究として1人でまとめることにした。次に協働的な学びの時間を設定した。そこでは、【資料15、16】のように、話し合いの途中でも実験をしてよいこと、タブレットで今までの実験動画を見返してもよいこととし、最終的にはホワイトボードにまとめるように指示した。



【資料15】チーム学習の様子

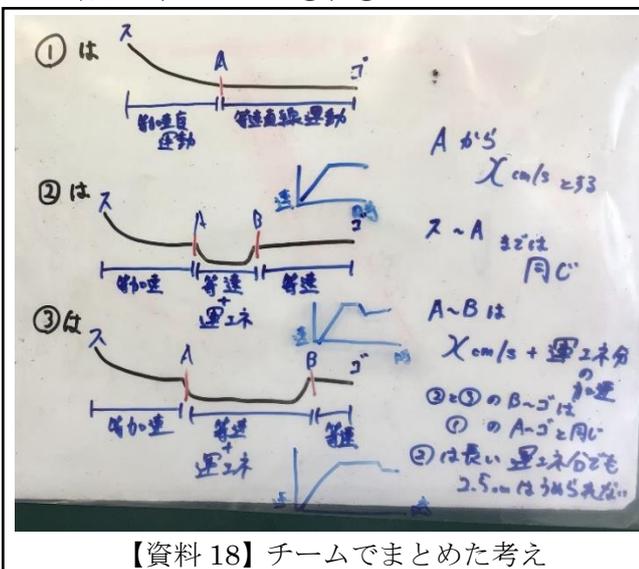


【資料16】実験の様子

すると、生徒Aのチームは【資料17】のような話し合いを始めた。C3の「凹んでいるところは～③が速い」の発言のように、位置エネルギーと運動エネルギーの関係を利用して、凹んでいる部分の運動エネルギーが大きくなること、それによって速くなることを説明することができている。しかし、C4の「でも、そうすると～おかしいよね。」の発言にもあるように、②の説明ができていう一度実験すること、タブレットでスロー動画を見ることを促した。何度も実験を繰り返すことで、C5の「やっぱり～抜かれているね」の発言やC6の「コースターの長さの関係している？」の発言のように、物体の速さとコースターの長さについて着目し、C7の「①、②は90cmのところを～」

- C1 : ①は、坂で加速した後は、等速直線運動をすると思う。
- C2 : 坂で加速するところまでは、全て一緒だから、②、③は凹んでいるところが違う。
- C3 : 凹んでいるところは、運動エネルギーが大きくなる。だから、③が速い。
- C4 : でも、そうすると③→②→①って早くならないとおかしいよね。
- T : コースターの実験をやって、実際に何度も見ていいよ。
(何度も実験を繰り返す)
- C5 : やっぱり最後のゴールのところでは②は①に抜かれているね。
- C6 : コースターの長さの関係している？
- C7 : ①、②は90cmのところを同じタイミングで通過してるけど、②は92.5cmあるからその分遅くゴールしている。

【資料17】授業記録③



【資料18】チームでまとめた考え

遅くゴールしている。」の発言のように、自分たちの力で妥当な考えを導き出すことができていることが分かる。【資料18】は、最終的にホワイトボードにまとめた考えである。協働的な学びの時間を設定したことで、3つのコースターの順番を物体の運動とエネルギーで説明できるようになった。

【資料19】は、授業後の生徒Aの振り返りである。

下線部のように、「3つのコースターのなぜ(なぜ3つのコースターは、③→①→②の順でゴールを

するのかが分かって、楽しかったです。」とある。これは、導入で出た疑問が、授業でやった内容を使って追究していくことが楽しかったことが分かる。

最初は証明できなかったが、学習した内容を使って、実験結果への考察を行うことができた。力学的エネルギーや等速直線運動などの要素があった。3つのコースターのなぞが分かって、楽しかったです。

【資料19】生徒Aの振り返り

おもりを手で持ち上げた時の仕事の大きさと同滑車を使って持ち上げた時の仕事の大きさを比べるために実験をした。同滑車を使った時は、手で持ち上げた時と比べて力の大きさは2分の1だけど、動かし距離は二倍あるため、仕事と同じになることがわかった。

【資料20】他実践での生徒Aの振り返り

5 研究の成果と課題

(1) 手だて1について

本単元では、導入段階で、3つのコースターを使って自分の学びの姿を見通し、探究心を生み出す課題を設定した。実践1では、【資料7】の「なんでそうなるのか～分かるようになりたい」の生徒Aの振り返りからも分かるように、単元を貫く課題を見つけることができた。単元を貫く課題を見つけたことで、一時的な探究心を生み出すことができた。さらに、実践4での【資料19】の「3つのコースターのなぞが分かって楽しい」の発言より、積極的に問題解決に取り組み、探究していることが読み取ることが出来る。さらに、【資料19】のように生徒Aの振り返りから問題を見出し、既習事項を使って探究することが楽しかったことが読み取れる。しかし、他の実践では【資料20】の「おもりを手で～実験をした。」の記述から分かるように実験の内容と「動滑車～仕事と同じになることが分かった。」の記述から分かるように分かったことの記述になっている。そのため、この実践からは生徒Aの探究心を読みとることができず、一時的な探究心であったことが分かる。以上のことから、手だて1は一部有効であったと言える。

(2) 手だて2について

本単元では、生徒自らの考えを広げるために、個の考えをもった上で、チームで考察したり、実験したりする協働的な学びの機会を設けた。実践2では、チームで実験し話し合いをしたことで、【資料9】のC8「運動の方向～減速していく。」のように現象を説明することができた。実践3では、個の時間では生徒Aのワークシートが白紙になっていた。しかし、チームでの考察の時間では、【資料12】の授業記録②のような話し合いが行われた。その結果、生徒Aは【資料13】に示すように、図を使ってふりこの動きと運動エネルギーについてまとめることができた。実践4では、【資料17】の授業記録③のような話し合いが行われた。その結果、【資料18】のようにチームでまとめることができ、3つのコースターの順番を物体の運動とエネルギーで説明することができた。以上のことから、手だて2は有効であったと言える。

(3) 手だて3について

本単元では、探究の現状と問題解決の道筋を把握するために、振り返りの場を設けた。実践1では【資料7】の「3つのコースター～びっくりした」の記述から、予想と実験結果などの自分の意見を書いたことが読み取れる。実践2では、【資料10】の「どんな力～進み続ける」の記述から授業で理解できた内容を記述することができた。実践3では、【資料14】の「同じ高さ～同じことが分かった」のように記述しており、次時につながる力学的エネルギーに着目できており、課題解決のヒントになる記述をすることができた。毎時間、振り返りを書くことで、自分が理解したことや考えたことを整理することができていた。以上のことから、手だて3は有効であったと言える。

今後の課題

生徒が既知の内容を生かし、主体的・協働的に学んでいく上で問題解決の過程の良さを実感することができれば、探究することが好きになるだろうと考え、実践を行った。上記の手だての検証にもあるように、一時的に「知りたい」「楽しい」などの前向きな言葉の記述が見られた。しかし、それを継続することが難しく、実験をやっている理由や目的を忘れてしまう場面も見られた。今後は、生徒自身が問題を見出し、解決の道筋をたて、探究が好きになる生徒の育成ができるように、日々精進していきたい。