

令和6年度岡崎市教育研究大会レポート

1

4 B	理科 (中)
-----	--------

岡崎市立福岡中学校 東浦 廉

2 研究テーマ

**自らの学習を調整する力を磨き、主体的な探究で問題解決を目ざして動き出す生徒の育成
～3年生理科 「アプローチショットとエネルギー」の実践を通して～**

3 研究概要

(1) 主題設定の理由

「惜しい！さっきはちょうどいいところまで転がったのに！」子どもたちは、保健体育科の授業でスナッグゴルフを行った。ボールをクラブで打ち、どうすれば、狙った場所に近づけることができるかという問題の解決に向けて追究を進めていた。子どもは何度もショットを練習する中で、ボールをまっすぐに打ち出すコツは掴んだものの、毎回狙った距離にボールを止めることができず、課題として残った。理科の授業で「他の物体を動かす能力」と定義されるエネルギーについて学んでいた子どもは、スナッグゴルフを物理学的視点で捉えれば、問題の解決に近づくだらうと考えた。

本学級の子どもは、身近な物理現象への関心が高く、教師から与えられた実験に対して意欲的に取り組み、知識や技能を習得しようとする姿が見られる。しかし、科学的事象から発生した問題を解決するために、取り組むべき課題を自分で捉えて、実験を計画し、自分なりの探究の過程を進行していくことを苦手としている。単元「力と運動」での力と速度の関係性を追究する授業では、各自で自由に探究を進められる時間があったにもかかわらず、教師から与えられた実験からの考察に留まってしまった。そこで、探究に対する主体性が見られない原因を探った。子どもの探究の様子を注意深く見てみると、問題を解決したいという意欲的な姿勢は見えるものの「何から取り組んだらいいかわからない」、「1つの実験を終えて、探究が止まっている」様子が多く見られた。つまり、探究の過程で得た成果とまだ解決していない課題の全てを明確に把握できていない点と、問題を偏った視点で捉えてしまい多面的に考えることができていない点が原因であると考えた。

本研究は、中央教育審議会の「令和の日本型学校教育」の構築を目指して」にも挙げられている「自己調整」に焦点を当て、探究への主体性の向上を図ることをねらいとする。そこで、自らの学習を調整する力を「新たな探究の過程を見いだす力」と「問題を解決するための糸口をつかむ力」で成り立っている力であると定義した。問題解決に向けて繰り返し探究する中で、前述の2つの力を育み、子どもの主体的に探究に向かう態度につなげていきたい。そうすることで、追究したい問題を自分で見だし、問題解決をめざして、自分なりの過程で探究したいという子どもの思いや願いにつながっていこう。そこで、主題を「自ら学習を調整する力を磨き、主体的な探究で問題解決を目ざして動き出す子どもの育成」として、研究を進めていく。

(2) めざす子どもの姿

自分の学習を調整する力を磨き、主体的な探究で問題解決を目ざして動き出す子ども

※本研究における「自ら学習を調整する力」の定義は、(1) 主題設定の理由の下線部を参照

※本研究における「主体的な探究」の定義は、以下のようにする

問題の解決を目ざす中で、自分で探究の課題を見いだし、あらゆる方法・手段の中から、よりよい解決策を考えて、自分なりの過程で進める探究のこと。

(3) 研究の仮説とてだて

仮説 ①新たな探究の過程を見い出す経験と②問題を解決するための糸口をつかむ経験を繰り返せば、問題解決を目ざして、自分なりの過程で探究を進めるようになるだろう。

<仮説の下線部①に対するてだて=てだて①>

実験で得られる結果だけでなく、探究の過程の全てを繰り返し振り返ることを通して新しい探究の過程を見いだせるようにする。

実験の計画から実験の実施、考察の検討などの探究の全ての過程をタブレットで撮影した探究過程ビデオ（以後、「TKV」と示す。）を視聴することで繰り返し振り返る。事象の様子だけでなく、探究の過程の中で自分や仲間が発した言葉にも焦点を当てながら振り返りを行う。自分の探究の過程に含まれる視覚的情報と聴覚的情報から探究の成果と課題を明確に把握し、その課題に対する新たな探究の過程を見いだしていく子どもの姿の表出に期待する。

<仮説の下線部②に対するてだて=てだて②>

探究の進行に困り感を抱えた際に、コンベンションを開催し、仲間の意見に触れることで自分の探究の成果と課題を多面的に捉えて、問題を解決するための糸口をつかめるようにする。

コンベンション：学級の仲間が一堂に会して、自分の探究について発表したり、仲間の探究に対して自分の考えを述べたりして、意見交流をする場。

問題の解決に近づくための課題が見いだせなかったり、どうやって探究を進めればよいかわからなくなったりして、探究の進行に困り感を抱いた際に、コンベンションを行う。仲間が発表した探究の成果や自分の探究に対する仲間の意見をもとに自分の探究を再考することが目的である。仲間との意見の交流を通して、事象を多面的に捉え、問題の解決に近づくためのより確かな糸口をつかみ、自分の探究に取り入れようとする子どもの姿の表出に期待する。

<仮説の下線部①と下線部②に対するてだて=てだて③>

解決策がただ1つだけの事象ではなく、よりよい解決策を多面的な視点で考えられる事象を追究する問題として設定し、自分なりの過程で探究を進められるようにする。

多面的な視点で捉えられる事象を追究する問題として設定し、繰り返し探究が続けられるようにする。そうすることで、自分の学習を調整する力を磨く経験を増やす目的である。今回は、保健体育科で実施していた「スナッグゴルフ」での困り感を物理学の問題として設定した。スポーツに含まれる複雑な物体の運動を多面的に捉えて、新たな探究の過程を見いだしたり、問題を解決するための糸口をつかんだりしながら、探究を進めていく子どもの姿の表出に期待する。

<検証方法>

抽出生徒の探究の中での気づき、探究前後の探究過程の変容、思考の変容を分析する。

(探究用ノート「レジリエンスノート」の内容、コンベンションでの発言、レポートの内容、教師メモ)

(4) 抽出生徒

次の1名を抽出生徒とし、授業での変容や取り組みを追い、本研究の検証を行うこととする。(なお、以後抽出生徒のことをAと示す。)

Aは、理科の学習に対して大変意欲的である。しかし、事前の意識調査で「問題が解決できないとき、方法や手段を変えるなどして探究し続けることはできるか」という問いに対してやや苦手を表す「2」の目盛りを示した。その理由は、「問題の解決に近づくための自分に取り組むべき課題が何かわからない。」ということだった。実際に、力と速度の関係性を追究する授業では、教師から与えられた平面で行う実験と斜面で行う実験しか行わず、その結果からの考察に留まった。このようなAには、新たな探究の過程を見いだしたり、問題を解決するための糸口をつかんだりする経験を通して、主体的な探究で問題の解決を目ざす姿を期待したい。

(5) 単元計画

主な手立て	Aの思考	Aが見いだした問題	全体の問題・課題
	スナッグゴルフで発生した問題を科学的に追究してみたい。		自ら実験を計画したり、考察したりして自分なりの過程で問題を解決したい。
	小球を衝突させてゴルフボールを転がし、グリーン上に止めたい。		
第1・2時 てだて③	第1~2時 与えられた方法のデコピンで衝突させてみるが、うまく力を調整できない。		小球のエネルギーがゴルフボールを転がす。エネルギーを調節できるとよい。
第5時 てだて①	第3~5時 ゴルフのスイングを参考にして、振り子を作成し、ゴルフボールに衝突させた。		エネルギーが足りず、ボールがグリーン手前の斜面を登ることができない。
第8時 てだて②	第6~8時 重い小球に変えたら、ボールが斜面を登った。質量もエネルギーに関係する。		衝突させることはできたが、真っ直ぐ衝突させることができない。
	ゴルフボールが真っ直ぐ転がるようにしたい。		
第10時 てだて①	第9~10時 振り子を紐から棒に変えて、安定感を与えた。すると、ボールが真っ直ぐ進んだ。		ゴルフボールの転がる距離の再現性を高められない。
第14時 てだて②	第11~15時 小球に初速を与えないように静かに離すようにしたら、再現性が高まった。		高さを調整してエネルギーを調整する。物体の高さでエネルギーが変わる。
	毎回、ゴルフボールをグリーン上に止められるようにしたい。		
第16時 レポート の作成	小球の速さによってボールの転がる距離が変化することを知った。		高さによるエネルギーを調整すれば、速さを調整することができると気付いた。
	位置エネルギーを利用すると再現性の高いアプローチショットができる。		

◆第1・2時

生徒は、保健体育科の「スナッグゴルフ」(資料①)での困り感を科学的に捉え、エネルギーの学習の問題として設定した。スナッグゴルフを科学実験用に変化させた教材「アプローチショット」を作成して生徒に提案した。「アプローチショット」の概要や探究する際の条件については資料②に示してある。第1時では、探究の条件や器具



資料①

の扱い方を説明し、小球がゴルフボールに与えるエネルギーを調整してグリーン上にのせることを目指し探究を始めた。また、エネルギーを加える方法の例として、デコピンで小球を飛ばす方法を紹介した。



コース



資料② 「アプローチショット」の概要と探究の条件

<概要>

小球を衝突させて、ゴルフボールを転がす。そのボールをコースの赤枠で囲われた平面部(以後、グリーンと示す。)まで転がし、止めることを目指す。

<探究の条件>

- ①ゴルフボールとコースには細工を加えない。
 - ②小球をゴルフボールに衝突させる。
 - ③自作の器具を使用しても良い。
 - ④理科室にあるものは使用できる。
- ★安全でなければならない。

今日の探究は、先生の例の方法が解決の近道だと思ったので、デコピンの方法でゴルフボールをグリーン上にのせることを目指した。何度も実験したことで小球に与えるエネルギーとゴルフボールの転がる距離に関係があることに気付いた。しかし、力の加減が難しく、弱すぎたり、強すぎたりしてのせることができなかつた。デコピンではうまくいきそうにないので自分で方法を考えて探究しようと思う。そして、誰よりも正確にグリーン上にのせられる方法をみつきたい。条件を満たせば、どんな方法で取り組んでもいいみたいなので、次回は実際のスナッグゴルフの動きに似ているという点から振り子を自作して挑んでみようと思う。

資料③ 第2時の振り返り時にAが発表したまとめ

【考察1 てだてZに対して】

資料③の「先生の例の方法が解決の近道だと思った」からは、Aが主体的ではなく自主的に探究に取り組んでいることがわかる。「デコピンではうまくいきそうにないので自分で方法を考えて探究しようと思う。」と書いていることから、与えられた方法ならきっと問題を解決できると考えていたAが自分なりの過程で探究を進めようとしている。また、「スナッグゴルフの動きに似ている」からは、事象をそれまでとは違った側面で捉えて、新しい探究の過程を見いだそうとしていることがわかる。さらに「何度も実験したことで」からは、繰り返し取り組んだことによって問題を解決する糸口をつかんだことがわかる。

◆第5時

第3時では、自作の振り子を使用する探究過程を進める中でゴルフボールが斜面を登り切らないという問題を抱えた。Aは小球がもつエネルギーを増加させることで問題の解決に近づくと考え、小球に十分なエネルギーを与えることを課題として設定した。第3時から第4時にかけて、この課題を解決すべく探究を繰り返した。Aは「振り子を振り下ろす際に手で勢いをつける」方法や「振り子の紐を長くする」方法で解決しようとしたが、有効的な方法とはいえなかつた。その他の方法が思いつかず、探究が行き詰ってしまったAに対して、TKVを繰り返し視聴することをすすめた。

今まで、小球にどうやってエネルギーを「与えるか」を考えていた。ビデオを何度も観てみたら、実験を考えているときに、自分が「台車をぶついたら簡単にボールを飛ばせるのに」とつぶやいていることに気付いた。この言葉から衝突させるものの重さでも転がる距離が変わるかもしれないと考えた。今までは、「与え方」に注目していたけど、小球が「もっている」エネルギーを変える方法を試してみようと思った。

資料④ Aのレジリエンスノート内容

【考察2 てだて①に対して】

資料④の「実験を考えているときに」と書いていることから、実験中の事象の様子や実験結果だけでなく、次の方法を考える時間を含めた探究の全ての過程を振り返っていることがわかる。また、「つぶやいていることに気付いた。」からは、繰り返し視聴することで探究の過程を細部まで振り返ることができていることがわかる。また、視覚的情報だけでなく、聴覚的情報からも探究の振り返りができていることもわかる。「今までは～やってみようと思った。」の文章からは、Aが新しい探究の過程を見だし、自分なりの探究を進めていこうとしているといえる。そして、第5時を終えたAは、重さの視点でエネルギーを調整する実験を計画・実施し、小球を鉄製のものに変えることで課題の解決を図り、成功した。

◆第8時

第6・7時での探究を終えて、Aは振り子の紐の部分がねじれてしまうことで、真っ直ぐ衝突させられないと困っていた。紐の結び方や振り下ろし方に工夫を加えるものの上手くいかなかった。このとき、Aを含めた多くの生徒が、「ゴルフボールが真っ直ぐに進まない」という問題を抱えていた。そこで、その問題を全体の問題として捉えて、コンベンションを行うことを提案した。学級全員が黒板を囲み、問題について意見を交わした。それぞれが、自分が抱えている問題について説明したり、仲間の問題について意見を述べたりした。Aが自分の問題について発表すると仲間Bと仲間Cがそれぞれの考えをAに伝えた。資料⑤はその際の意見交流の内容の一部である。

A	真っ直ぐ衝突しないからボールが真っ直ぐ進まない。これが困っているところです。	仲間C	私は、パチンコを作成して探究しています。自分も同じことで困ったけど、小球に板をつけてゴルフボールとの接地面を平面にしたら解決できました。
仲間B	私は、Aさんの振り子が気になり、解決策を考えました。振り子の紐を棒にしたら安定感がでると思いました。	A	<u>なるほど、確かにそうするとより安定しそうです。一度、やってみようと思います。</u>
A	<u>なるほど。それだとねじれないですね。</u>		

資料⑤ コンベンションでのAと仲間の意見交流

【考察3 てだて②に対して】

Aは、コンベンションで自分の問題をアウトプットし、仲間との意見交流を重ねたことで、あらゆる見方があることに気付いた。資料⑤「なるほど」から始まる2つの文章からは、自分の問題を解決する糸口をつかんだ様子がわかる。「一度、やってみようと思います」と書いていることから、意見交換を通して、問題を多面的に捉えたことによって、解決する糸口をつかみ、自分の探究に生かしていることがわかる。

◆第10時

第8時を経て、竹ぐしを利用して振り子の運動に安定感を与えたAは新たな問題を見いだした。それは、ゴルフボールの転がる距離に再現性がないことである。グリーンを越えてしまったり、斜面を登り切らなかったりしていた。そこで、ゴルフボールに毎回、同じ量のエネルギーを伝えることを課題として探究を進めた。しかし、同じように振り子を振り下ろしても、再現性を高めることはできなかった。そこで、AはTKVを視聴して、もう一度探究を振り返ってみることにした。

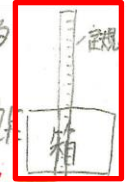
【考察4 てだて①に対して】

資料⑥「百発百中でない」から、Aが再現性を高められないことに困り感を抱えていることがわかる。AはTKVを視聴したことによって、自分の感覚では毎回同じように振り下ろしていたつもりだったが、「振り下ろす高さ」と「振り下ろす力」に誤差があることに気付いた。資料⑥・⑦の赤枠からは、振り下ろす力を加えず、正確に高さを計測できる器具を使用して高さを追究するという新しい探究の過程を見だしていることがわかる。資料⑦の「21.4 cmの高さで成功!」からは、振り上げる高さによって小球がもつエネルギーを調整し、問題の解決に近づいたことがわかる。

百発百中でない
 おっく惜い所までは
 いくか、届かない。
 ☆正確さを決める☆
 届かない → 高さを決定
 11.3cm → 手ごねを
 調整せばOK

資料⑥ Aのノートの内容

☆一番届く高さを決める
 ☆正しい正確さを出すため、
 右の図の手ごねが正しい
 21.4cmの高さで
 成功!
 安定
 重視



資料⑦ 実験後のAのノートの内容

◆第14時

第13時では、学級全体が「アプローチショットの再現性を高める」ことを追究しており、困り感を抱いた生徒から「コンベンションを開催したい」という声が上がった。そして第14時のコンベンションでは、生徒が自分の探究や仲間の探究について話し始めた。Aは自分の探究をパワーポイント（資料⑧）にまとめ、発表した。コンベンションの中で、仲間Dから「小球（鉄製）の衝突前の速さを1.8m/sにすれば必ずゴルフボールはグリーン上に乗る」という発表があった。この言葉から、「どうすれば衝突前の小球がもつ運動エネルギーの量を一定にできるか」という点について意見が集中した。Aは振り子を用いた探究の視点で意見を述べた。



仲間D	速度計測装置を使用して、速度を計測したら1.8m/sで必ずのることがわかった。	仲間D	<u>振り子の場合、位置エネルギーがそのまま運動エネルギーに変わっていくから、高さで運動エネルギーを調節できると思う。</u>
仲間E	つまり、小球が1.8m/sのときにもつ <u>運動エネルギーが必要</u> ということだね。	A	振りおろす高さ41cmのときの位置エネルギーの量がちょうど必要な運動エネルギーの量ってことだね。
A	私は振りおろすときの高さを追究していて <u>41cmで</u> のることがわかった。速さは測ったことがなくて運動エネルギーはわからない。		

資料⑨ コンベンションでのAと仲間の意見交流

【考察5 てだて②に対して】

資料⑨「41cmでのことがわかった」から、Aは前時までの追究で「41cmの高さから振り下ろせばボールをグリーン上にのせられる」という成果を得て、コンベンションに参加していることがわかる。しかし、仲間Eの「運動エネルギーが必要」という言葉から、「運動エネルギー」という今まで自分が考えていなかった視点を触れ、Aは困惑した。その後、Aは仲間Dの「振り子の場合～調節できると思う。」という意見から力学的エネルギー保存の法則の知識を得ることで、自分の「高さ」の追究と「運動エネルギー」の追究には相互関係があることに気付いた。コンベンションを通して、問題を多面的に捉えたことで問題を解決するためのより確かな糸口をつかんでいる様子がうかがえる。

4 研究の成果と今後の課題

(1) 手だての有効性と仮説の妥当性

【てだて①】TKVを視聴して繰り返し振り返りを行ったことで、探究の全ての過程の中に課題が潜んでいることに気づき、多様な情報から新たな探究の過程を見いだせるようになった。(考察2・4)

【てだて②】コンベンションで仲間と意見を交換したことで、自分の見方とは異なる見方があることに気づき、問題を多面的に捉えることで問題解決の糸口をつかめるようになった。(考察3・5)

【てだて③】よりよいものを追究できる問題を設定したことによって、自分なりの探究過程で問題を解決しようと探究し続けるようになった。(考察1)

【単元まとめより】

下記単元まとめ内の下線部の記述から、Aが今回のてだてを通して、学習を調整する力を磨き、自分なりの過程で探究し、問題を解決しようとしていることが見取れる。

Aの探究まとめ(抜粋)

よりよい振り子の構造や小球の種類などを何度も検証した。自分たちの言葉にもヒントが隠されていることがわかった。振り子の高さはミリ単位で刻んで調整した。仲間Dのおかげで位置エネルギーの量で小球の運動エネルギーの量を調整できることを知った。グリーンにのせることはできたが、もっと振り子を追究して百発百中にしたい。

抽出生徒にこのような変容がみられたため、てだて①～③は有効であったといえる。

てだてが有効にはたらき、与えられた実験だけで探究を終えていたAが、自らの学習を調整しながら、主体的に問題の解決を目ざして動き出すことができた。よって、本研究の仮説は妥当だといえる。

(2) 今後の課題

研究を通して、子どもは追究していく中で必要な知識を自分で獲得していくことがわかった。しかし、探究の段階や質は個人で異なる。誰もが自分なりの探究に誇りを持てるような授業を創造していきたい。