

# 第3学年〇組 理科学習指導案

授業者 谷津 勇 太

## 1 単元名 運動とエネルギー（本時「物体に働く力と運動の関係についての探究学習」）

## 2 単元について

本単元の主なねらいは、理科の見方・考え方を働かせ、物体の運動とエネルギーについての観察、実験などを行い、力、圧力、仕事、エネルギーについて日常生活や社会と関連付けながら理解させるとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けさせ、思考力、判断力、表現力等を育成することである。生徒自身が自らの問いを出発点にして科学的な探究のサイクルを進めていけるようにするために、生徒自身で問いを吟味し探究の見通しを持つ場面、調査や観察実験を実施して得られた結果を分析して解釈する場面、見いだした規則性や関係性を共有して対話を通して検証する場面を大切にす。それとともに、自らの探究の過程を振り返らせることも重視する。

生徒は、小学校で振り子の運動について調べ、予想や仮説を基に解決の方法を発想し、規則性を調べ、中学校第1学年の「身近な物理現象」で力の基本的な働きや2力のつり合い、中学校第2学年の「気象とその変化」で圧力や大気圧について、現象に関連する要素に注目して量的・関係的な見方や考え方を働かせながら学習してきた。探究の過程を通じた学びのなかで、自らの立てた問いの解決を目指して主体的に取り組み、多様な学びが見られてきた。その反面、問いの質や探究の各場面での科学的な手続きとしてのスキル、対話を通して検証する場面での関わり方など、生徒の課題も多様であり、教師の関わり方の重要性が増している。

これらの状況から、本校第3学年では、「問いの質を吟味する力」、「対話を通して結論を導き出す力」を一層高めることを目指す。また、本単元では「根拠をもって妥当性を検討したり、考察したりする力」についても重点として定め、結果の記録を処理し、分析して解釈する活動の充実を図る。それとともに、生徒に学びの自覚化を促し、エネルギー概念の形成を目指していく。

## 3 学校研究および教科研究との連携

学校研究主題の実現に向けて、本校理科部では以下の三つの手立てに取り組むこととした。なお、各手立ての概要は教科論を参照されたい。

### (1) 挑戦する学びの場面の設計

**手立て1** ワークショップ型の理科授業の導入

### (2) 生徒自らの「挑戦心」の意識化

**手立て2** OPP シートの活用

### (3) 教師や仲間との協働的な学びの充実

**手立て3** 教師のファシリテーションの役割を重視した学習支援の工夫

次のように、多様な学習成果を生かす、探究的なワークショップ型理科授業のデザインモデルの構築を目指した授業実践を行う。自ら実証できる問いを立て、自ら探究を進める学習を促進するために、OPPA論と学習ファシリテーション論を援用し、一体的な単元デザインを目指す。探究の目的を「生徒が最終的に生涯の学び手として自立すること」とし、過去の経験や自らの好奇心や問いに答えることを通して、自立性を高めていく。特に質問づくりから始まる本ワークショップ型理科授業の実践においては、発散思考・収束思考・メタ認知思考・批判的思考などの高次の思考力を養うことで、自然を主体的、科学的に探究する資質・能力をよりよく育成していくことを目指す。

教師の単元・授業デザインの手順と視点	本単元における具体																
<p>(1) 対象単元における OPP シートの作成 ・「本質的な問い」の設定</p> <p>(2) 生徒の実態把握</p> <p>① 「本質的な問い」への学習前の回答分析</p> <p>② 授業計画の作成 ・単元当初における「質問の焦点」の設定 ・(学年・単元によっては)自由に試行することを促す体験コーナーの設置</p>	<p>◎「本質的な問い」の設定…「エネルギーとは何か」</p> <p>設定理由</p> <p>①「馴染み深さ」と「多義性」をもつと考えられた。</p> <p>②「エネルギー」は、単元を貫く概念の意識化を促すことが可能になると考えた。</p> <p>③ ①, ②により, 学習による学習者の概念や考え方の変容が大きいと考えられた。</p> <p>◎「本質的な問い」への学習前の回答分析</p> <p>・物を動かすときに必要なもの, 源 ・貯められる</p> <p>・運動, 化学変化によってはたらく力 ・放出される</p> <p>・物から物へ伝わる ・発電などでつくれる</p> <p>・周りに影響を与える ・生きるために必要</p> <p>・種類がある ・光, 音, 熱, 質量がもつ など</p> <p>◎質問の焦点の設定 「沈むのか, 浮かぶのか」 ※カリキュラムを導入(出発点)として捉える。</p>																
<p>(3) 支援</p> <p>① 各授業当初に「ミニ・レッスン」の実施 ・探究に必要な思考スキルや科学的知識, 実験技術の伝達</p> <p>② 探究活動の観察 ・ファシリテーション ・多様な方法や関与を認める環境づくり</p> <p>③ まとめ・表現 ・各授業終わりによる短時間発表 ・生徒による全体議論 ・各探究の過程において, OPPシートへのコメントによる個人内評価の重視 ・科学的発見シートと全体議論の結果を集約した「発見ブック」の作成</p> <p>(4) 評価 ・生徒による相互評価(発表内容評価) ・発見シートの記述分析 ・生徒を観察すること(指標となる行動が見られるか など) ・「本質的な問い」への学習後の回答分析 ・次単元デザイン(本質的な問いや問いの焦点づくり など)への活用</p>	<p>◎探究に必要な科学的知識</p> <p>・実証性, 再現性, 客観性, 信頼性, 妥当性の検証</p> <p>・力のはたらき ・2力のつり合い</p> <p>・物体の運動と力の関係性 ・運動の要素</p> <p>・圧力, 大気圧 ・質量, 重さ, 体積, 密度</p> <p>◎思考スキルや実験技術</p> <p>・比較 ・条件制御 ・要素に分ける</p> <p>・実験器具の具体的操作 ・記録整理と処理の方法</p> <p>・安全や環境に配慮した実験 ・論文検索サイトの活用</p> <p>・批判的な思考 など</p> <p>◎学習過程に即した支援 【武田(2012)を一部改変】</p> <table border="1" data-bbox="734 1198 1444 1467"> <thead> <tr> <th>集合域</th> <th>手法・呼名</th> <th>機能</th> <th>位置</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>個人</td> <td>Coaching 支援者</td> <td>問題の方向性を引き出し明確にする。</td> <td>支援・指導</td> </tr> <tr> <td>集団</td> <td>Fasilitation 促進者</td> <td>場をつくり, 意見を引き出し, 合意を得る。</td> <td>対等・中立</td> </tr> <tr> <td>組織</td> <td>Consulting 専門的な助言者</td> <td>問題を解決するための助言をする。</td> <td>助言・指導</td> </tr> </tbody> </table> <p>◎指標となる行動</p> <p>①実証できる問いを立てている。</p> <p>②問いに答えるために妥当な実験を計画, 実行する。</p> <p>③結果を整理し, 適切に処理する。…など</p>	集合域	手法・呼名	機能	位置	個人	Coaching 支援者	問題の方向性を引き出し明確にする。	支援・指導	集団	Fasilitation 促進者	場をつくり, 意見を引き出し, 合意を得る。	対等・中立	組織	Consulting 専門的な助言者	問題を解決するための助言をする。	助言・指導
集合域	手法・呼名	機能	位置														
個人	Coaching 支援者	問題の方向性を引き出し明確にする。	支援・指導														
集団	Fasilitation 促進者	場をつくり, 意見を引き出し, 合意を得る。	対等・中立														
組織	Consulting 専門的な助言者	問題を解決するための助言をする。	助言・指導														

#### 4 目標

##### 運動とエネルギー

- (知識及び技能) ・物体の運動とエネルギーを日常生活や社会と関連付けながら, 力のつり合いと合成・分解, 運動の規則性, 力学的エネルギーについて理解するとともに, それらの観察, 実験などに関する技能を身に付けること。
- (思考力, 判断力, 表現力等) ・物体の運動とエネルギーについて, 見通しをもって観察, 実験などを行い, その結果を分析して解釈し, 力のつり合い, 合成や分解, 物体の運動, 力学的エネルギーの規則性や関係性を見いだして表現するとともに, 探究の過程を振り返るなど, 科学的に探究すること。
- (学びに向かう力, 人間性等) ・物質やエネルギーに関する事物・現象に進んで関わり, 科学的に探究しようとする態度を養うとともに, 自然を総合的に見ることができるようになること。

## 5 学習の計画と評価規準

### (1) 運動とエネルギー…30 時間計画（令和5年度に実践した計画）

時	学習内容	○問いの焦点・学習活動	評価規準	評価方法
		・単元を貫く問い「エネルギーとは何か」について考え、学習前に表現する。		
1 6	物体が運動するとはどういうことか ・運動に関する自由試行のなかから問いを立て、「運動」について考えながら探究し、表現する。 ※レディネステストとしての活用を意図して、質問の焦点をせずに実施した。		知識・技能 物体の運動とエネルギーを日常生活や社会と関連付けながら、力のつり合いと合成・分解、運動の規則性、力学的エネルギーについて理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けている。	OPPシートの記述分析
7 12	単元1：運動の規則性 ○物体の運動はコンピューターなどでシミュレーションできる。 ・運動する物体の規則性について考え、表現する。		思考・判断・表現 物体の運動とエネルギーについて、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、力のつり合い、合成や分解、物体の運動、力学的エネルギーの規則性や関係性を見いだして表現しているとともに、探究の過程を振り返るなど、科学的に探究している。	行動観察
13 18	単元2：物体の受ける力と運動 ○動く、止まる、浮く、沈む ・浮力などの物体に働く力の視点から運動について考え、表現する。			発見シートの記述分析
19 24	単元3：仕事とエネルギー ○理科室にあるものはすべてエネルギーをもっている ・仕事とエネルギーについて、仕事率の視点から考え、表現する。		主体的に学習に取り組む態度 物体の運動とエネルギーに関する事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようが見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。	議論シートの記述分析
25 30	単元4：エネルギーの保存と移り変わり ○エネルギーは消費される。 ・エネルギーを変換と保存の視点から考え、表現する。			
		・単元を貫く問い「エネルギーとは何か」について考え、学習後に表現する。		

令和5年度に本日、提案する授業を実践した際は上記のようにワークショップ型理科授業を導入し、単元のなかで生徒が探究の方向性「科学的な探究の過程」を繰り返して体験できるように単元をデザインした。この実践からワークショップ型理科授業を導入することで、以下の3点を成果として実感し、「授業時間の使い方の転換」や「教師の役割」について捉え直すきっかけが与えられた。

- ① 生徒の「学習目標」の形成が効果的に促されること。
- ② 教師の指導目標とカリキュラムを、生徒自身が形成する「学習目標」に生かしていくことができること。
- ③ 教師のファシリテーションの役割を重視した学習支援の工夫は、ワークショップ型理科授業に対して効果的に働くこと。

ただし、1つのワークショップ型理科授業を取り入れて、生徒に探究の過程を追体験させるには、成果の共有を含めて最低6時間程度は授業時数が必要であるが、生徒が慣れない間は1時間程度の追加が必要であった。また、生徒の学習成果を共有する時間を6時間のなかに設定していたが、生徒から他の班の探究での実験を追試したい旨の発言も多く寄せられ、予定より時数が多く必要となる単元もあった。これらのことから、単元の時数が予定を超過しやすく、学年全体での軽重をつける必要性があった。これらの反省をもとにワークショップ型理科授業を導入した単元計画案を再設定し、次に示す。

(2) 運動とエネルギー…22+α時間計画（本日に向けて今年度中に再設定した計画）

時	学習内容 ○問いの焦点 ・学習活動 【】教師の問い	評価規準	評価方法
	・単元を貫く問い「エネルギーとは何か」について考え、学習前に表現する。		OPPシートの記述分析
1	<b>単元1：運動の種類と記録のしかた</b> 【物体の運動をどうやって記録するか】 ・記録タイマーを使って記録した結果を処理する。 ・動画を用いて運動を記録し、コマ送り再生を活用して運動を分析する。 ・ストロボ撮影の演示を見て、その原理を知る。	<u>知識・技能</u> 物体の運動とエネルギーを日常生活や社会と関連付けながら、力のつり合いと合成・分解、運動の規則性、力学的エネルギーについて理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けている。	記録タイマーの結果処理
2 4	【3つのルートで1番最初にゴールへたどり着くのはどの球か】 ・斜面を下る運動の特徴、斜面を上る運動の特徴、水平面上での運動の特徴を記録し、分析する。 ・3つのルートで1番最初にゴールにたどり着く球がどれかを説明する。 (発展：速さや向きが変化する運動 ※平面上のみを扱う)		各実験のレポート（結果処理と考察記述の分析）
5 12 + α	<b>単元2：物体の運動と物体が受ける力</b> ○動く、上る、下る、浮く、落ちる、沈む、止まる（WS型実施） ・物体の運動について物体に働く力から考え、実現可能性を考慮しながら自ら問いを設定する。 ・仮説を設定し、観察実験の方法を立案・実行する。 ・結果を分析して解釈し、物体の運動と物体が受ける力についての関係性を見いだす。 ・探究のなかで得た成果を共有し、お互いの探究の過程を吟味する。 ・他者の探究を追試し、それらの結果から物体の運動と物体が受ける力についての関係性を見いだす。	<u>思考・判断・表現</u> 物体の運動とエネルギーについて、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、力のつり合い、合成や分解、物体の運動、力学的エネルギーの規則性や関係性を見いだして表現しているとともに、探究の過程を振り返るなど、科学的に探究している。  <u>主体的に学習に取り組む態度</u> 物体の運動とエネルギーに関する事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようが見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。	OPPシートの記述分析 行動観察 発見シート記述分析 議論シート記述分析 ふりかえり記述分析
13 22	<b>単元3：仕事とエネルギー</b> 【どんなエネルギーがあるか】 【位置エネルギーや運動エネルギーの大きさはなにで決まるか】 【仕事とエネルギーの関係はどう説明できるか】 【道具を使うと仕事は小さくできるか】 【エネルギーは消費されるか】 (学習活動は略)		実験レポート記述分析 振り返りレポート記述分析
	・単元を貫く問い「エネルギーとは何か」について考え、学習後に表現する。		

(3) 単元2：物体の運動と物体が受ける力の基本的な展開

時	○学習内容・学習活動	重点	記録	評価方法 (評価の主体)
1	○学習テーマ「単元2：物体の運動と物体が受ける」の学習について見通しをもつ。 ・単元の説明を聞く ○「質問の焦点」を聞き、実証可能な質問を考える。 ・「発見ボックス」のなかのもので自由に複数回試行する。	態		OPP シートの記述（学習としての評価：生徒）
2 ・ 3 ・ 4	○前時までのOPPシートへの記述に基づいた「ミニ・レッスン」を受ける。 ・探究するために必要な思考スキルや科学的知識、実験技術を獲得する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">                     &lt;ミニ・レッスンの要素&gt;                      ① 安心して学び続ける場の設定                      ② 適切なコンテンツ（教材含む）の準備                      ③ 探究に必要なコンピテンシーを育むプログラム                      ④ OPPシートの記述に基づく学びを促すアセスメント                 </div> ○「今日の予定」を記述し、発表する。 ○「探究の時間」に教師やクラスメイトと相談し、自由に探究する活動を通して、自らの活動を見直しながら発見シートに記入する。 ○「共有の時間」にクラスメイトの成果発表を聞く活動を通して、次時の探究のための視点を得る。 ○「振り返り」をOPPシートに記述し、提出する。	知 思		OPP シートの記述分析（指導と評価の一体化：教師）  発見シートの記述分析（指導と評価の一体化：教師）
5 ・ 6	○「全体議論」をし、得られた科学的知見を集団知とする。この活動を通して、自らの活動を見直しながら議論シートを記入する。	態		探究ファイルの分析（評定に生かす評価：教師）
7 ・ 8	○全体議論のなかで興味をもった他班の探究について、「追試」を行う。 ○探究ファイルに「単元2を通しての振り返り」を記入し、発見シート、議論シート、追試の成果を含めて整理し、提出する。	知 思 態	○ ○ ○	

6 本単元の学習（本時 5/22 時）

(1) ねらい（指導目標）

（学びに向かう力、人間性等） ・物体の運動と物体に働く力について興味をもち、問題を見出し、進んで調べようとしている。

(2) 展開

過程	学習内容・活動	教師の支援（・）と評価、研究との関連（★）
課題把握	① 前時までのOPPシートへの記述に基づいた「ミニ・レッスン」を受ける。 ② 単元2の「質問の焦点」と「発見ボックス」の内容と使い方について知る。	★前時までを踏まえ、生徒の記述を紹介するなど、必要となる知識や思考スキル、集団での学び方などについて伝達する。 ・「発見ボックス」を準備しておく。
課題の追究・解決	③ 「発見ボックス」のなかのもので自由に複数回試行しながら、質問づくりを行う。 <予想される生徒の反応例> ・沈むものと落ちるものの違いは何か ・水中で止まることはあるのか ・動くときと止まるときの条件は何か ・床で球が細かく弾んだのはなぜか ・落ちるときと斜面を下るときの違いはあるか	<評価> (主体的に学習に取り組む態度) 物体の運動と物体に働く力について興味をもち、実現可能性のある問いを見出そうとしている。 【問いの分析】 【行動観察】 ★班毎に生徒の司会で進行させる。 ★ファシリテーションの視点で関わる。

	<p style="text-align: right;">等</p> <p>④出した質問を改善し，優先順位をつける。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・閉じた質問と開いた質問を分類する。</li> <li>・閉じた質問を開いた質問に，開いた質問を閉じた質問に変換する。</li> </ul> <p>⑤選んだ質問を共有し，次時以降の探究の計画を立てる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ホワイトボード等を活用させる。</li> <li>★質問づくりのルールが守られているかを観察し，必要に応じて指摘する。</li> <li>★優先順位の基準を想起させるはたらきかけを必要に応じて行う。</li> <li>・共有ファイルへの入力を促し，電子黒板に投影して全体で共有を図る。</li> <li>・探究に必要な道具や材料を考えさせ，次時までに準備する。</li> </ul>
省察	⑥OPPシートの学習履歴を記入する。	★保持している概念，自身の成長や発揮した挑戦心の自覚化を促す。