

一人一人が未来の創り手となる豊かな学びの創造

—理科における学びがつながることを目指した問いの工夫と振り返りの工夫を通して—

指導主事 田口 洋一郎

研究協力員 熊本県立鹿本高等学校 教諭 梶原 智子

1 研究の視点について

(1) 視点1『見方・考え方』に着目した問いの工夫について

生徒が「見方・考え方」を働かせながら事象を見たり、多様な他者と協働したりしながら、問題を解決していくようにすることを目指し、『見方・考え方』に着目した問いの工夫を設定した。

理科においては、新学習指導要領解説理科編の中で、領域ごとに特徴的な「見方・考え方」の整理例が示されている。

本研究では、この整理例を基に、「問い」や学習活動がどのように変わるのを探ることとした。

図1は、「見方・考え方」を働かせたときに、どのような学習活動になりうるかを仮説として示したものである。

	エネルギー	粒子	生命	地球
見方 考え方	量的・関係的な視点	質的・実体的な視点	多様性と共通性の視点	時間的・空間的な視点
比較する	測ってみる	同じ操作をして反応を比べる	集めてみる	地点、時点を覚えて記録してみる
関係付ける	グラフや表に表す	粒(重さ)で考える	分類する	データを配置する
条件を制御する	決まりを見つめる	モデルに置き換えて考える	並べる	モデルで考える
多面的に考える			関係図にまとめる	

図1 理科の各領域における特徴的な見方・考え方と主な活動例(仮説)

このように、「見方・考え方」を働かせることで、「問い」が変わり、「問い」が変わることで学習活動が変わるだろうと考えた。

これら一連の探究活動を通じた学びは、「見方・考え方」が広がったり深まったりし、ひいては「一人一人が未来の創り手」となる資質・能力の育成につながるものである。(図2参照)

特に、理科では、単元のまとまりを意識し、「見方・考え方」を働かせながら解決するような問いを設定する。この単元を貫く問いを、生徒が自らの「見方・考え方」をより豊かで確かなものにしながらか解決し

ていくような単元構成を工夫した。

(2) 視点2「学びを実感する振り返りの工夫」について

学習活動を通して、生徒が自身の成長を実感し、次の活動につなげることができるようにすることを目指し、「学びを実感する振り返りの工夫」を設定した。

ある自然事象に対して、始めに自分はどうの知識・概念を持っていて、他者はどうの知識・概念を持っていたのか。そして、その既知の知識・概念をどのような手続きによって、より科学的に妥当だと納得できる知識・概念へと更新していったのか、その自らの学びの履歴を振り返ることによって、豊かな学びとしたい。(図2参照)

また、振り返りは学習の終末だけのものではなく、学習の初めに前時の振り返りを行うことにより、課題が焦点化され、「見方・考え方」を働かせた学習活動につながるようになる。

理科では、「学びを実感する」ために、学習の足跡となる単元シートやガイドブックの作成を検討した。

「何が分かったか」だけでなく、「どのように分かったか」さらに「何が分かっていないか」「何ができるようになるか」と振り返ることは、次の学びにつながるだけでなく、学びの全体像をつかむことにもつながると考えている。

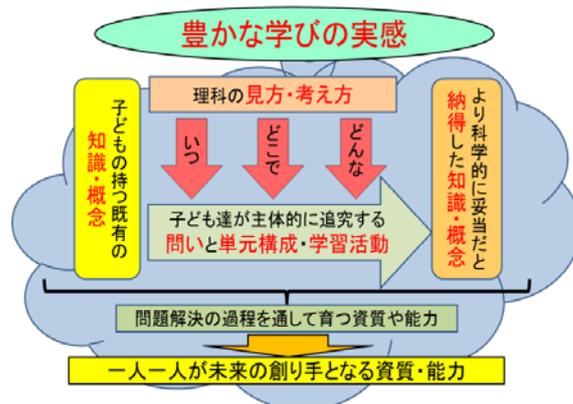


図2 本研究における理科の学びのイメージ

2 研究の実際

検証 高等学校 第1学年

単元名 「仕事とエネルギー」(東京書籍)

(1) 本単元の授業設計

① 実態から

本研究にあたり、対象生徒(n=32)に学習に関するアンケートを実施した。その結果から、物理の概念を量的に扱うことに慣れていない生徒や、発言することに苦手意識を持つ生徒が多く、協働的に学べる場、安心して発言できる場の設定が必要であると考える。

② 単元観

本単元は、学習指導要領(1)ウ「力学的エネルギー」を受けて設定されている。物理量である仕事の定義を確認し、仕事をする能力としての運動エネルギーと位置エネルギーの表し方などを理解させることが主なねらいである。また、力学的エネルギー保存の法則とその適用条件について、仕事と関連付けて理解を深め、この法則を用いているいろいろな運動を分析できるようになることをねらいとしている。エネルギーは、物理量として最も基本的な概念の一つであり、学習指導要領(2)エ「エネルギーとその利用」で学ぶ様々なエネルギーへつながる。

これらのことから、本単元における仕事とエネルギーの関係について、身近にある道具や設備を単純化したモデルと関連付けて考えさせる学習や探究活動を行うことは、未来の創り手となる「豊かな学び」の創造につながるものであると捉える。

③ 指導観及び研究の視点

ア 指導観

生徒が見方・考え方を働かせるように問いを工夫し、具体例と関連付けながら仕事や力学的エネルギーについて理解させる。また、深い学びとなるように、主体的、対話的な活動の場をつくる。

イ 研究の視点

(ア) 研究の視点1

- ①問題を一人で考えさせる時間と、直後に班別協議の時間を設けることで、主体的に取り組む姿勢と多様な見方・考え方を受け入れる態度を身につけるようにする。
- ②物理量の相関関係の理由について、様々な観点から自由に論じさせるが、条件として論理的で科学的に説明できるようなものにする。
- ③理論と実験の結果から、共通点や相違点に気づかせ、自然の法則性や違いの根拠を見出すことができ、日常生活との関連性を深めることができるようにする(「大学入学希望者学力評価テスト(仮称)」の出題形式も考慮)。
- ④既得の見方・考え方を働かせられるような探究活動を設定する。

(イ) 研究の視点2

- ⑤単元の鍵になる語句や内容についての理解を、発問についての工夫や学習前後のアンケートで、自身の成長を実感できるようにする。
- ⑥毎授業後、態度目標と演習問題の理解度を自己評価することで、自身の学びを振り返り、次の学びへつなげることができるようになる。

④ 単元の目標及び評価規準

単元の目標	日常に起こる物体の運動を観察、実験などを通して探求し、それらの基本的な概念や法則を理解させ、運動とエネルギーについての基礎的な見方や考え方を身に付けさせる。
自然事象への関心・意欲・態度	①運動エネルギーと位置エネルギーについて関心をもち、意欲的に探究しようとする。 ②力学的エネルギー保存について関心をもち、意欲的に探究しようとする。
科学的な思考・判断・表現	①運動エネルギーと位置エネルギーについて考察し、考えを表現している。 ②力学的エネルギーと仕事の関連について考察し、考えを表現している。
観察・実験の技能	①運動エネルギーと位置エネルギーについて観察、実験などを行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理している。 ②力学的エネルギーについて、仕事と関連付けて観察、実験などを行い、基本操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理している。
自然事象についての知識・理解	①運動エネルギーと位置エネルギーについて、仕事と関連付けて理解し、知識を身に付けている。 ②力学的エネルギー保存の法則を仕事と関連付けて理解し、知識を身に付けている。

⑤ 単元計画

単元を貫く問い：仕事・エネルギーとは何か？

次	時	学習活動	評価及び研究の視点
—	1	1 「仕事」の定義を学び、いろいろな力がする仕事を求める。	【関心・意欲・態度】①ワークシート 【知識・理解】①ワークシート 【研究の視点1】 ①力がする仕事の求め方を確認させ、演習問題について班で話し合わせる。 【研究の視点2】 ⑤仕事の概念の理解をアンケートで確認する。 ⑥自己評価の記録とワークシートで振り返らせる。
	2 本時	2 物体を持ち上げるために4パターンの手段の異なる実験を行い、「仕事の原理」について、道具を用いても物体にする仕事は変わらないことを学ぶ。	【関心・意欲・態度】①ワークシート 【思考・判断・表現】①ワークシート 【観察・実験の技能】①物体に行った仕事を、測定により求めさせる。 【知識・理解】①ワークシート 【研究の視点1】 ①道具を使うことで仕事が減らせるかをグループで考えさせ、物体の移送手段として適切なものを根拠とともに答えさせる。 ②実験の結果から、仕事を計算させる。 ③興味関心を喚起するように、日常生活との関連性を深める問いを考えさせる(「大学入学希望者学力評価テスト(仮称)」の出題形式も考慮)。誤差や実験技

3	3 「仕事率」の定義を学び、同じ時間にできる仕事の大きさを比較する。また、与えられた仕事率から決められた時間内に力がする仕事を求める。	<p>術の問題点を気づかせる。</p> <p>④ 問いをモデル化し、4パターンの実験を設定する。仮説から結論までの一連の流れに注意する。</p> <p>【研究の視点2】</p> <p>⑤ 実験後に再び、同じ内容の発問をし、実験前に出した答えと比較し、振り返らせる。問いの解決により、さらに新たな問いが生まれたか振り返らせる。仕事の原理について説明させる。</p> <p>⑥ 自己評価の記録とワークシートで振り返らせる。</p> <p>【関心・意欲・態度】①ワークシート</p> <p>【知識・理解】①ワークシート</p> <p>【研究の視点1】</p> <p>② 仕事と仕事率、またそれらの単位を混同しないように注意する。</p> <p>【研究の視点2】</p> <p>⑤ 仕事率について説明させる。</p> <p>⑥ 自己評価の記録とワークシートで振り返らせる。</p>
二	4 運動する物体が仕事をすることから、運動エネルギーを導き出す。運動エネルギーが質量と速さに関係していることを学び、具体的に運動する物体の運動エネルギーを計算して求める。	<p>【思考・判断・表現】①ワークシート</p> <p>【知識・理解】①ワークシート</p> <p>【研究の視点1】</p> <p>① 運動方程式、等加速度直線運動の式、及びエネルギーの原理から運動エネルギーを導出させる。</p> <p>② 質量や速さが変化すれば、運動エネルギーはどう変化するかを考えさせる。</p> <p>【研究の視点2】</p> <p>⑤ 運動エネルギーについて説明させる。</p> <p>⑥ 自己評価の記録とワークシートで振り返らせる。</p>
三	5 高いところにある物体が仕事をすることから、重力による位置エネルギーを導き出す。この位置エネルギーが質量と基準水平面からの高さに関係していることを学び、具体的に基準水平面を定めてから、物体の重力による位置エネルギーを計算して求める。	<p>【思考・判断・表現】①ワークシート</p> <p>【知識・理解】①ワークシート</p> <p>【研究の視点1】</p> <p>① 重力がする仕事との関係から重力による位置エネルギーを導出させる。</p> <p>【研究の視点2】</p> <p>⑤ 重力による位置エネルギーについて説明させる。</p> <p>⑥ 自己評価の記録とワークシートで振り返らせる。</p>
四	6 変形させればばねが仕事をすることから、弾性力による位置エネルギーを導き出す。この位置エネルギーがフックの法則のばね定数とばねの伸びや縮みに関係していることを学び、具体的に伸びているばねの弾性力による位置エネルギーを計算して求める。	<p>【思考・判断・表現】①ワークシート</p> <p>【知識・理解】①ワークシート</p> <p>【研究の視点1】</p> <p>①② 弾性力とばねの伸びのグラフから区分積法で弾性力による位置エネルギーを導出させる。</p> <p>【研究の視点2】</p> <p>⑤ 弾性力による位置エネルギーについて説明させる。</p> <p>⑥ 自己評価の記録とワークシートで振り返らせる。</p>
四	7 保存力だけがはたらくているときに、運動エネルギーの変化と仕事の関係より力学的エネルギー保存の法則を導き出す。この法則を利用して物体の位置と速さの関係を式とグラフから学ぶ。	<p>【関心・意欲・態度】②ワークシート</p> <p>【観察・実験の技能】②ワークシート</p> <p>【知識・理解】②ワークシート</p> <p>【研究の視点1】</p> <p>②③ 運動エネルギーと位置エネルギーの和が一定であることを説明させる。</p>

8	8 いろいろな運動でみる力学的エネルギーでは、物体が複雑な経路をたどる運動においても、保存力だけがはたらく場合には力学的エネルギー保存の法則から運動を解析できることを学ぶ。また、非保存力がはたらく場合には、力学的エネルギーが減少し、熱などの別のエネルギーに変換されることを学ぶ。	<p>【研究の視点2】</p> <p>⑤ 力学的エネルギーの保存について説明させる。</p> <p>⑥ 自己評価の記録とワークシートで振り返らせる。</p> <p>【知識・理解】②ワークシート</p> <p>【研究の視点1】</p> <p>①② 非保存力がはたらく場合には、力学的エネルギーがどうであるかを説明させる。</p> <p>【研究の視点1】</p> <p>⑤ 力学的エネルギーが保存しない場合について説明させる。</p> <p>⑥ 自己評価の記録とワークシートで振り返らせる。</p>
---	---	---

(2) 指導の実際 (2 / 8 時間)

過程	学習活動及び指導上の留意点
導入	<p>1 本時の活動を確認し課題に対して一人で思考する。</p> <p>学習目標 (めあて)</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px;"> <p>態度目標：チームで協力する。 内容目標：仕事の原理を理解する。 評価基準：物体に行った仕事を、測定により求めることができる。</p> </div> <p>江戸幕府からの指令 「低地にある米蔵から、高台にある屋敷まで米俵(60kg)を移送する手段として、どんな設備を作ればよいか、根拠とともに提案せよ。」</p> <p>(1) まずは根拠抜きで自由な発想で案を出す。</p> <p>【研究の視点1】</p> <p>③ 興味関心を喚起するように、日常生活との関連性を深める問いを考えさせる(「大学入学希望者学力評価テスト(仮称)」の出題形式も考慮)。</p> 
展開	<p>2 米俵を持ち上げるための最適な方法を班別で協議する。</p> <p>(1) 4パターンの中で一番良い方法を根拠とともに予測する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p>い：定滑車のみ ろ：動滑車1つ は：動滑車2つ に：斜面</p> </div> <p>(2) 妥当性を示すために、測定すべきものを挙げる。</p> <p>【研究の視点1】</p> <p>① 道具を使うことで仕事が減らせるかをグループで考えさせ、物体の移送手段として最適なものを根拠とともに答えさせる。</p> <p>④ 問いをモデル化し、4パターンの実験を設定する。仮説から結論までの一連の流れに注意する。</p> <p>3 4パターンの実験を行い、台車にした仕事を求め、課題の結論に至る根拠を協議する。</p> <p>(1) 班毎に力の大きさとひもを引く距離を測定する。 (2) 結果をもとに、課題に対する答えを班ごとにまとめる。</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto;"> <p>評価の観点：観察・実験の技能 B基準：物体に行った仕事を、測定により求めることができる。</p> </div> <p>(3) 実験前後で、同じ問いに出した答えを比較し、振り返る。</p>

<p>【研究の視点1】 ② 実験の結果から、仕事を計算させる。 【研究の視点2】 ⑤ 実験後に再び、同じ内容の発問をし、実験前に出した答えと比較し、振り返らせる。</p>	
<p>4 課題の結論を発表する。 (1) 班毎に「〇〇という結果から、結論は〇〇です。」に統一して30秒以内で発表する。 5 3の結果から、仕事と同じにならない理由について思考する。 (1) 4パターンの仕事が同じにならない理由について思考し、新たな問いが生まれたか振り返る。 (2) 仕事の原理について理解する。 (3) 滑車・斜面以外の道具や、日常で道具を用いている具体例を挙げる。 【研究の視点1】 ③ 非保存力のする仕事や誤差、実験技術の問題点を気づかせる。 【研究の視点2】 ⑤ 問いの解決により、さらに新たな問いが生まれたか振り返らせる。</p>	<p>6 リフレクションを行う。 (1) 自己評価の記録とワークシートで振り返り、まとめる。 【研究の視点2】 ⑤ 仕事の原理について説明できるか振り返らせる。 ⑥ 自己評価の記録とワークシートで振り返らせる。</p>

(3) 検証結果と考察

表1～表3は、対象生徒32人の検証授業の前後における質問紙調査の結果である。表の値は、1「そう思わない」、2「あまりそう思わない」、3「まあまあそう思う」、4「そう思う」の4件法の平均値を示している。本実践の検証結果とその考察について、以下に述べる。

①「豊かな学び」について

表1は、豊かな学びに関する変容について「学習活動の充実」と「成長の実感」の2つの観点で調査した質問紙調査の結果である。

表1 学び全体の変容 (n=32) 4件法

	質問項目	事前	事後
学習活動の充実	①「物理基礎」の学習のとき、理科の見方・考え方を働かせながら問題を解決しようとしている。	2.59	2.81
	②「物理基礎」の学習のとき、様々な解決方法を試しながら、問題を解決しようとしている。	2.69	2.59
	③「物理基礎」の学習のとき、一人一人ができることを生かしながら、友達や先生と一緒に問題を解決しようとしている。	2.84	3.03
成長の実感	④「物理基礎」の授業のとき、「分かるようになった」や「できるようになった」と感じる。	2.66	2.81
	⑤これまでに学んだことを生かして「物理基礎」の学習に取り組んでいる。	2.56	2.81
	⑥「物理基礎」の学習で学んだことをこれからの学習や生活に生かそうとしている。	2.50	2.56

ア 研究の視点1について

表1の質問項目5項目で上昇がみられた。質問項目①「理科の見方・考え方を働かせながら問題を解決しようとしている。」は0.22ポイント上昇した。質問項目⑤「これまでに学んだことを生かして『物理基礎』の学習に取り組んでいる。」は0.25ポイント上昇した。これらの結果は、既習事項を活用する場面や実験結果を根拠として結論付ける場面を設定し、実験や観察を通して具体的に仕事を体感したことから、理解しやすかったのではないかと考えられる。

イ 研究の視点2について

毎授業後の自己評価について今後も続けた方が良かったかどうか、自由記述によってアンケートを行った結果、「今後も続けた方が良い。」が44%、「今後はしなくてよい。」が25%だった。続けた方が良い理由として「自分の理解度を振り返ることができる。」「苦手だったところをすぐに見つけられる。」との意見が多かった。振り返りをしたときに達成感が得られるような質問や、次の学びに向けてモチベーションを上げられるための工夫が必要かもしれない。

アンケートでは、グループ学習の中で「発言した。」「傾聴した。」「質問した。」「チームで協力した。」「チームに貢献した。」を尋ねた。

②「未来の創り手」について

表2 「未来の創り手」に関する変容 (n=32) 4件法

質問項目	7月	事前	事後
①自分は、学校生活や学習を通して、自分自身が成長したと思う。	2.84	2.88	2.72
②自分は、学校生活や学習を通して、周りの人が成長していると思う。	3.06	3.13	3.09
③自分は、学校生活や学習を通して、周りの人から、成長を認められていると思う。	2.50	2.31	2.31
④自分は、学校生活や学習を通して学んだことをもとに自分自身が主体的になったと思う。	2.47	2.25	2.53
⑤自分は、周りの人が、学校生活や学習を通して学んだことをもとに、主体的になったと思う。	2.94	2.78	2.88

表2の質問項目①から⑤については、7月と検証授業の前後で3回アンケートをとった。いずれも大きな変化は見られなかった。質問項目②「自分は、学校生活や学習を通して、周りの人が成長していると思う。」のみ、平均値が3を超えた。周りの人の成長を感じているものの、自分自身の成長に実感を伴っていないことから、自己肯定観がやや低いのではないかと感じられる。

③学習内容について

表3 学習内容に関する変容 (n=32) 4件法

質問項目	事前	事後
①物理量としての「仕事」とは何かを説明できる。	1.58	2.42
②道具を使うことで物体にする仕事を減らせると思う。	2.72	1.32
③エネルギーとは何かを説明できる。	1.81	1.88
④力学的エネルギーは減ることはない。	2.35	2.19

表3の質問項目①から④については、教科独自のアンケートとしてとった。質問項目①「物理量としての「仕事」とは何かを説明できる。」は0.84ポイント上昇した。質問項目②「道具を使うことで物体にする仕事を減らせると思う。」は1.40ポイント下降した。質問項目②と④については、ポイント下降の方が望ましい。よって、4項目とも好結果だった。質問項目②では、検証授業の事前調査において、「動滑車を利用することで、仕事を減らすことができるから。」「道具を使ったら、自分の力はあまり必要ないから。」のように、力と仕事の理解が不十分である回答が多く見受けられたが、事後調査においては、「道具を使うと減ったと思いがちだけど、本当は仕事の大きさは変わっていないから。」「滑車などを使うときにも、引く力は小さくできても、引く長さは長くなるので変わらないと思ったから。」のように、適切な表現で正解を答える生徒が増えていた。

3 研究のまとめ

(1) 成果

アンケートでは、表1の質問項目③「一人一人ができることを生かしながら、友達や先生と一緒に問題を解決しようとしている」のポイントが高く、協働して学ぶ姿勢が身に付いてきたことが窺える。また、事前と事後でポイントが最も上昇した項目は、表2の質問項目④「自分は、学校生活や学習を通して学んだことをもとに、自分自身が主体的になったと思う」だった。主体的に活動する場の設定が機能したと言えるだろう。表3の質問項目②と④は、理解が深まった生徒は1を選択することになる。実験を行った仕事の原理について問う質問項目②の平均値は大きく上昇したものの、質問項目④の平均値は伸び悩んだ。「力学的エネルギー保存の法則」という言葉の強いイメージに影響を受け、その成立条件と質問との関係を認識させることができなかった。

(2) 課題

物理量としての仕事とは何かを説明できる生徒は増えたものの、エネルギーとは何かを説明できる生徒はあまり増えなかった。エネルギーについての学習後、物体がもつエネルギーで仕事を行う問題演習を取り入れると、エネルギーと仕事の関係を認識させることができたかもしれない。アンケートでは、表2の質問項目③「自分は、学校生活や学習を通して、周りの人から、成長を認められていると思う」のポイントが低い。タイミングを逃さず成長を認める言葉掛けをしていくことが必要だ。授業に関する項目の中では、表1の質問項目②「『物理基礎』の学習のとき、様々な解決方法を試しながら、問題を解決しようとしている。」、質問項目⑥「『物理基礎』の学習で学んだことをこれからの学習や生活に生かそうとしている」のポイントが低かった。試行錯誤してみようとする意欲や、授業と生活を結びつける話題への関心が求められる。表3の質問項目②「道具を使うことで物体にする仕事を減らせると思う。」の回答の中に「軽くなっても倍時間がかかったりするから変わらない。」と、正確な理解までは至っていない記述があった。物理においては、原理や法則に沿って言葉や数式を厳密に扱うので、現象について適切に且つ科学的に表現できるようにする必要がある。

《引用・参考文献》

- ・文部科学省(2009)『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』
- ・文部科学省(2016)中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について」