

## 第1分科会 (B) 観察・実験

科学的に探究させる過程を通して資質・能力の育成を図る観察・実験の工夫

呉市立音戸中学校

### I はじめに

国においては、平成29年3月に告示された学習指導要領（以下、新学習指導要領という。）では、子供たちが未来社会を切り拓くための資質・能力を確実に育成することを目指し、「主体的・対話的で深い学び」の視点から学習の質を高める授業改善を推進することが示されている。

広島県においては、平成26年12月に策定された広島版「学びの改革」アクション・プランにより、これまでの知識ベースの学びに加え、資質・能力を育成する主体的な学びを促す教育活動を国に先行して推進しており、現在、全県的に展開している。

新学習指導要領の理科においては、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を育成するため、生徒が主体的に、課題の把握（発見）、課題の探究（追究）、課題の解決という探究の過程を通じた学習活動を行い、それぞれの過程において、資質・能力が育成されるよう指導の改善・充実を図ることが示されている。

平成30年度全国学力・学習状況調査（以下、H30 学力調査という。）理科の結果では、検討して改善することの1つとして、「課題に対して適切に考察（課題に正対した考察）するという視点で、観察・実験の結果に基づいて、自分の考えや他者の考えを検討して改善すること。」が挙げられている。

また、H30 学力調査生徒質問紙調査における呉市の生徒の肯定的な回答割合は、「①理科の授業で、観察や実験の結果をもとに考察していますか」では76.8%（広島県75.1%）であったが、「②理科の授業で、自分の考えや考察をまわりの人に説明したり発表したりしていますか」では46.9%（広島県47.6%）であった。2つの問いの肯定的な回答の割合に大きな差があること、及び②の肯定的な回答が約50%となっていることから、おおむね「観察や実験の結果をもとに考察する」活動は行っているが、考察

したことを発表させ、相互に交流する場づくりや、互いの考えを検討する言語活動が不十分であることが推測される。ではなぜ、呉市の生徒は、「考察する」活動は行っている、「考察を説明したり、発表する」活動に困難さを感じているか、呉市の理科教員に聞き取りを行ったところ、生徒が考察したことの交流が活性化しない要因として、次のようなことが挙げられた。

- ① 知識として学んだことを、観察・実験の中で確認した事象と関係付けることができない。
- ② 目の前の事象について、感覚的には理解できても、適切な言語で、順序立てて表現できない。
- ③ グループで実験を行う際、一部の生徒のみが考察している。

これらの分析を踏まえ、呉市の課題を解決するための観察・実験の工夫について、他校の実践等の情報収集を行ったところ、世羅町立世羅西中学校で実践されている「運動とエネルギー」の単元が参考になると考えた。

この単元において、次のような3つの工夫により観察・実験を行わせ、生徒の資質・能力等の変容を検証する。

#### ① 【教具の操作化】

力学的エネルギー保存の法則に係る現象を検証でき、生徒が自在にコースを変化させることができる教具を準備する。

#### ② 【観察・実験の複線化】

単元を通して学んだ知識を活かし、解決すべき探究課題を複数設定する。これを知識構成型ジグソー法で学習し、考察した結果を互いに説明させながら課題を解決させる学習過程を仕組む。

#### ③ 【自己の変容の見える化】

探究課題に取り組む前後で、自らの学びの変容を自覚させる場面を設定する。

### II 観察・実験の工夫

## 1 教具の操作化

力学的エネルギー保存の法則に係る現象を検証する際、図1のような教具がある。これは、コースが固定された演示実験用の教具で、生徒が個別に操作しながら実験を行うことは難しい。



図1 従来の固定型のコース

そこで、世羅町立世羅西中学校の実践資料を参考に、呉市立中学校教育研究会理科部会で、図2のような教具を制作した。

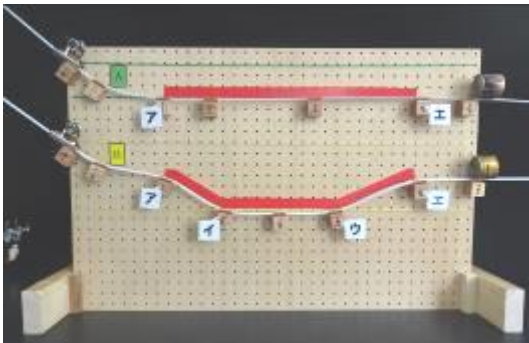


図2 制作した教具

本教具の各パーツと材料を表1に、各パーツの拡大図を図3（左上③，右上④，左下⑤，右下⑥）○囲み数字は表1に対応している。）に示す。

	パーツ	材 料
①	背面板	パンチングボード
②	レール	配線用プラモール
③	レール支持コマ	角材, ボルト, ダブルクリップ
④	スタートゲート	クリップ, 針金
⑤	ゴール	空き缶, クリップ
⑥	支え台	角材

表1 教具のパーツと材料

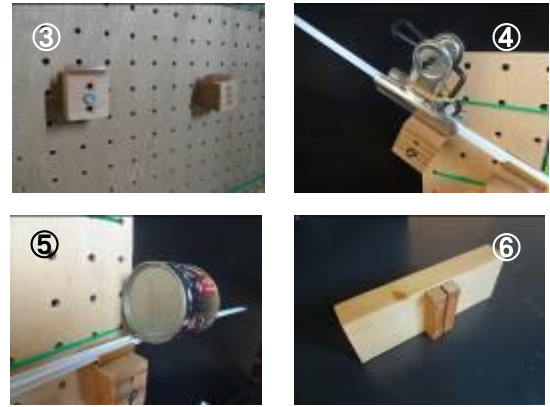


図2 各パーツ

フレキシブルなレール②を用い、これを支えるレール支持コマ③の位置を背面板①（パンチングボード）の穴を利用して変えることで、球が転がるコースの直線や曲線を自在に設定できる。また、クリップと針金で作ったスタートゲート④により、球のスタート位置を常に一定に保つことができる。そして、ゴール地点に空き缶ゴール⑤を設置することで、球の到着を音で確認ができる。

これらにより、実験の目的に応じ、スタートの高さ、斜面の角度及び直線の距離などを変化させることができる。また、背面板の高さを60cmとしたことで、図2のように、1枚のボードにコースを2つ設定し、2つのコースを比較しながら実験ができる。

## 2 観察・実験の複線化

「運動とエネルギー」の単元で、学んだ知識を活用しながら、力学的エネルギーの変換に伴う球の速さの変化について探究させるためのメインの課題を図4に示す。

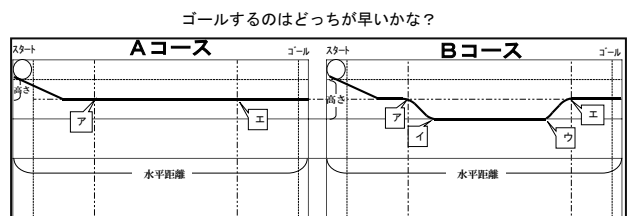


図4 メインの課題

この課題を、球の速さに関する条件に着目しながら課題解決に臨ませるため、次のように実験の複線化を図った。各条件と設定したコースを図5～図7に示す。これらの課題を知識構成型ジグソー法で学習させる授業展開とし、3

つのグループでエキスパート活動を行った。

○ 最下点の高さの違い

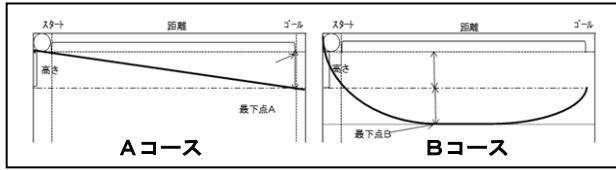


図5 エキスパート活動Aのコース

○ 下り坂と水平部分の位置の違い

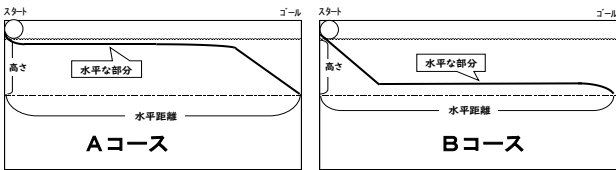


図6 エキスパート活動Bのコース

○ 下がって上がる部分の位置の違い

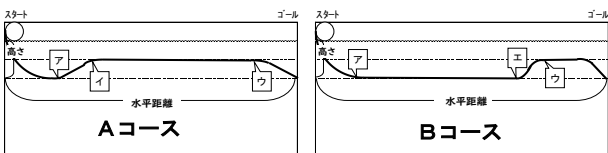


図7 エキスパート活動Cのコース

3 自己変容の見える化

探究課題に取り組む前後で、工夫したワークシートを図8に示す。

図8 ワークシート

1枚のワークシートに、課題に対する①学習前の考え、②学習後の考え、③振り返りを書か

せることにより、自らの学びの変容を自覚できるように工夫した。

III 実践

1 研究授業

- (1) 対象 呉市立両城中学校3年2組
- (2) 日時 令和元年11月20日(水)
- (3) 単元名 「運動とエネルギー」
- (4) 単元の指導計画

学習内容	
一次	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ジェットコースターの仕組みについて興味をもたせる。</li> <li>・エネルギーについて知る。</li> <li>・物体の持つ高さや質量とエネルギーの関係の予想を立てる。</li> <li>・位置エネルギーと高さや質量の関係を調べる。</li> <li>・位置エネルギーと高さや質量の関係について説明する。</li> </ul>
二次	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物体の速さや質量とエネルギーの関係の予想を立てる。</li> <li>・物体の運動エネルギーと物体の速さや質量の関係について考え、説明する。</li> <li>・ジェットコースターの仕組みから物体の持つエネルギーの移り変わりについて考える。</li> </ul>
三次	<ul style="list-style-type: none"> <li>・直線コースよりU字型コースの球の方がより早くゴールに到着する理由を力学的エネルギーの変換にともなう速さの変化をもとに説明する。【本時】</li> <li>・前時に示した課題のコースよりも早くゴールするコースを、力学的エネルギーの変換にともなう速さの変化をもとに考え、作成する。</li> </ul>

(5) 本時の展開

**課題** 「Bコースの球が早くゴールする秘密を解き明かし、説明しよう。」 図4

**予想** 課題に対するの予想を考える。 図8

**エキスパート活動** 3つのグループに分かれて、早くゴールする秘密を探る。グループ毎に予想を立て、実験で確かめる。 図5～図7

**ジグソー活動** 自分の班に戻り、エキスパート活動で分かった秘密を班員に説明する。全員が説明したら、ホワイトボードに班の考えをまとめる。

**クロストーク活動** 全体交流を行う。実験結果から解き明かした秘密を説明する。他の班の説明を聞き、自分たちの考えと比較し、共通して確かなことや新たな気づきを確認する。 図8

**まとめ** (生徒のまとめ例)  
**Bコースの球が、Aコースの球よりもゴールする理由は、**  
 Bコースの方が最下点からの高さが高く、運動エネルギーがAよりも大きくなり、ア～エの区間でBの球が早く進めるから。

(6) 本時の目標

直線コースよりU字型コースの球の方が早くゴールに到着する理由を力学的エネルギーの移り変わりをもとに説明できる。【科学的な思考・表現】

#### IV 結果と考察

本単元で工夫した観察・実験の効果について、次の3点で検証する。

- 視点1 本時の目標の達成状況
- 視点2 概念的な知識の構成
- 視点3 説明及び考察に係る意識の変容

##### 1 視点1「本時の目標の達成状況」

本時の目標を「直線コースよりU字型コースの球の方が早くゴールに到着する理由を力学的エネルギーの移り変わりをもとに説明できる。」

【科学的な思考・表現】とした。この目標の達成状況を見取る評価基準を表2に示す。

区分	評価基準
A「十分満足できる」状況	Bに加えて、力学的エネルギーの移り変わりを説明している。
B「おおむね満足できる」状況	ゴールに球が早く着く理由を、コースの条件を根拠として、運動エネルギーの変化と関連付けて説明している。
C「努力を要する」状況	ゴールに球が早く着く理由を説明しているが、条件や力学的エネルギーに関する記述がない。

表2 評価基準

##### 《生徒の記述例》

###### 「十分満足できる」状況（A）の記述例

Bコースの方が最下点からの高さが高く、より多くの位置エネルギーが運動エネルギーに変換され、Aよりも運動エネルギーが大きくなり、ア～エの区間ではBの球が速く進めるから。

###### 「おおむね満足できる」状況（B）の記述例

Bコースの方が最下点からの高さが高く、運動エネルギーがAよりも大きくなり、ア～エの区間ではBの球が速く進めるから。

###### 「努力を要する」状況（C）の記述例

Bコースの方が球が速いから。

生徒の目標の達成状況を図9に示す。

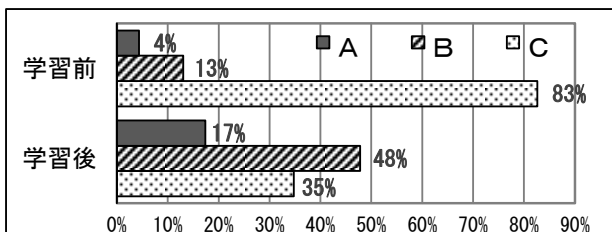


図9 目標の達成状況

図9から、学習後、目標を達成したと判断する（「おおむね満足できる」「十分満足できる」）生徒は、65%であった。各区分の推移は、B「お

おむね満足できる」生徒が35p、A「十分満足できる」生徒が13p増加し、C「努力を要する生徒」が48p減少している。

この目標の達成状況から、探究的な過程を設定し、条件の異なる課題に対し、教具を操作しながら、観察・実験に取り組みさせることで、「科学的な思考・表現」が高まったと考える。

##### 2 視点2「概念的な知識の構成」

力学的エネルギーについて、知識として学んだことを、観察・実験の中で確認した事象と関係付けることができている生徒は、概念的な知識を構成していると考えた。その状況を図10に示す。なお、本評価の判断として、直線コースよりU字型コースの球の方が早くゴールに到着する理由を説明する際、「位置エネルギー」、「運動エネルギー」、「力学的エネルギー」の科学的な用語を、「最下点からの高さの違い」や「下り坂の位置の違い」などの条件と関連付けながら、物体がもつエネルギーの移り変わりの様子を適切に表せているかを見取った。

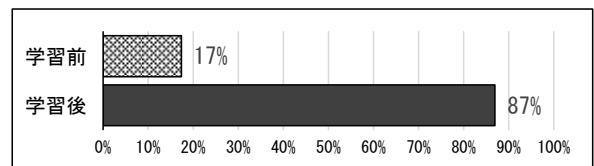


図10 概念的な知識の状況

力学的エネルギーに係る「概念的な知識の構成」は、学習後、70p増加している。

これは、本時の学習展開において、観察・実験を複線化し複数回観察・実験を行ったこと、目の前の事象を言語化する活動を行ったこと、担当した実験をジグソー活動で互いに説明したこと、などを重ねた結果であると考えられる。

##### 3 視点3「説明及び考察に係る意識の変容」

学習の前後で生徒の説明及び考察に係る意識調査を次の項目により行った。意識の変容を図11、図12に示す。

###### アンケートの項目

###### 【説明に係る意識】

自分の考えや考察をまわりの人に説明したり発表したりしているか。

###### 【考察に係る意識】

観察や実験の結果をもとに考察しているか。

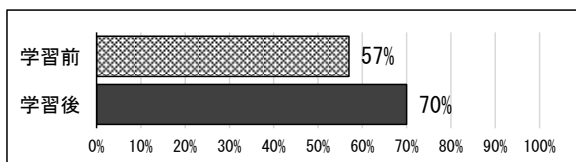


図 11 説明に係る意識

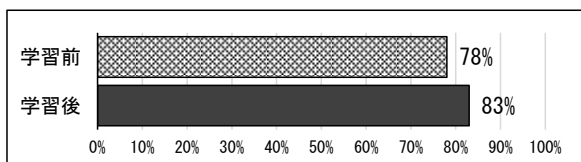


図 12 考察に係る意識

図 11 から、生徒の「説明に係る意識」は 13 p, 図 12 より生徒の「考察に係る意識」は 5 p 増加した。また、それぞれ 70%を超えている。

これらの生徒の意識が変容したことは、視点 2 と同様に、観察・実験の複線化の成果であると考えられる。なお、自己の変容が見える化したことによる成果を見取る材料は不十分であった。

## V 成果と課題

### 1 成果

#### (1) 教具の操作化

教具の操作化を行ったことで生徒がコースの設定を行いながら、主体的に課題の解決に取り組めるようになり、本時の目標を達成できた生徒が 65%を超えた。また、コースにフレキシブルな「ルール」を用いることにより、実験の目的に応じた条件制御が容易となった。さらに「スタートゲート」や「ゴール」などのパーツを追加したことにより、複数回行う実験結果の誤差が非常に少なくなった。こうしたことが、観察・実験の結果をもとに考察することにつながった。

#### (2) 観察・実験を複線化

観察・実験を複線化し、球の速さに関する条件を焦点化させたことで、これまでの授業展開よりも球の速さに関する条件に着目しやすくなった。また、複線化した観察・実験で考察した結果をお互いに説明させたことにより、球の速さに関する条件が特定の生徒だけではなく、より多くの生徒で共有でき、さらに話し合い活動の中で深化したことにより、多くの生徒が力学的エネルギーについて

概念的な知識を構成することができた。

#### (3) 自己の変容が見える化

学習前後の考えを記録させるワークシートの工夫により、生徒は、本単元で、身に付けた事象の科学的な捉え方を確認することができた。

また、教師は、生徒の学習前後の記述内容を比較することで、生徒の資質・能力の変容を見取ることができた。

## 2 課題

#### (1) 教具の活用と学習展開の構想

本実験で使用した教具は、様々な活用方法が考えられ、非常に良かった。この教具を効果的に活用するための、学習展開、問いの設定及びタイムマネジメント等、授業者の授業構想力の向上が必要である。

#### (2) 学習評価

教師は、本時又は本単元で、「どのような力を身に付けさせるか」を生徒の具体的な姿で明確にするとともに、達成状況を分析し、次の指導に生かす必要がある。

また、まとまりのある単元を設定し、前後で自分の考えを記述させることは、生徒に、自己の変容を自覚させることにつながるが、生徒が自らの学習を調整しようとする活動につながるには、実践を重ねる必要がある。

## 参考文献

- 1) 文部科学省 (平成 29 年) : 「中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説理科編」
- 2) 広島県教育委員会 (平成 26 年) : 「広島版『学びの変革』アクション・プラン」
- 3) 国立教育政策研究所・教育課程研究センター (平成 30 年) : 「平成 30 年度全国学力・学習状況調査 解説資料 中学校理科」
- 4) 東京大学 CoREF (平成 29 年) : 「協調学習授業デザインハンドブック第 2 版 -知識構成型ジグソー法を用いた授業づくり- データ編『理科 A719』」

本実践に当たり、教具の資料を提供していただいた世羅町立世羅西中学校長、教具を制作していただいた呉市立倉橋中学校職員に感謝いたします。