

個別学習と協働学習を通してエネルギーについて学ぶ中学校理科の授業実践 — タブレット端末と学習支援アプリ「ロイロノート」を活用して —

川崎 友紀子*, 寺島 幸生**

(キーワード: 個別学習, 協働学習, タブレット端末, ロイロノート, エネルギー, 中学校理科)

1 はじめに

GIGA スクール構想により, 全国の小・中学校に 1 人 1 台タブレット端末等が整備され, 教育活動に活用されるようになった。コロナ禍において, 教育現場ではオンライン授業が導入され, 教育の ICT (Information and Communication Technology) 化がさらに加速されたと言える。教師はその個々の能力に応じて ICT の基本的な活用とその効果を的確に理解し, タブレットを活用した効果的な授業をデザインすることが求められる。文部科学省は「一斉学習」, 「個別学習」, 「協働学習」のそれぞれの学習場面が組み合わせられた「協働的な学び」の場が形成されるとして, ICT を最大限活用することを推奨している (文部科学省, 2014, 2017)。一方, 稲垣 (2022) によれば, 思考を促し, コミュニケーションを図り, 言語能力を育成することの重要性は, ICT の革新的な進歩があっても不変であると述べている。しかし, 多くの学校や教師において, 日々の授業でどのように ICT を活用すると協働的な学びが実現されるのか, 依然として情報や知見が不足していると考えられる。

本研究では, 上記の教育動向を踏まえ, ICT を活用した協働学習を取り入れた中学校理科の授業を実践した。本稿では, この授業で用いた教材や ICT 機器および学習活動の概要を紹介し, その成果と今後の課題・展望について考察する。

2 授業の目的と計画

(1) 授業概要と目的

2022 年 9 月, 東京都内の私立 H 中学校において, 第 3 学年 1 学級 30 名を対象に, 「運動とエネルギー」を学習課題とする理科授業を実施した。本単元の内容は, 中学校学習指導要領理科 (平成 29 年告示) では以下のように位置づけられている (文部科学省, 2017)。

[第 1 分野]

(5) 運動とエネルギー

イ 力学的エネルギー (イ) 力学的エネルギーの保存
力学的エネルギーに関する実験を行い, 運動エネルギーと位置エネルギーが相互に移り変わることを見だし, 力学的エネルギーの総量が保存されることを理解すること。

(中略)

(7) 科学技術と人間

ア エネルギー (ア) 様々なエネルギーとその変換
エネルギーに関する観察, 実験を通して, 日常生活や社会では様々なエネルギーの変換を利用していることを理解すること。

この単元で生徒は, 私たちの日常生活では様々なエネルギーを利用していることや, エネルギーにはいろいろな姿があり, それらが相互に移りかわっていることを学習する。また, エネルギーの活用にあたり, 自分たちにとって利用しやすいエネルギーに変換していることや, 環境との調和を考えたエネルギーの有効利用について考える。一方, 教師においては, 身近な物体の運動やエネルギーに関する観察・実験を通して, 生徒に物体の運動の規則性やエネルギーの基礎について理解させるとともに, 日常生活や社会と関連付けて運動とエネルギーの初歩的な見方や考え方を深める学習指導が求められる。

H 中学校で使用されている教科書 (大竹ほか 101 名, 2022) に基づく単元の指導計画 (全 9 時間) と本時の授業 (授業 1・2) の位置づけを表 1 に示す。

本授業は「運動とエネルギー」の学習単元において, 力学的エネルギーの保存についての理解を深める個別学習と, エネルギーの種類とその利用について学ぶ協働学習の 2 段階構成である。授業の成果を評価するため, 授業前後に, 生徒に対して後述のアンケートを実施した。授業の目的は以下の 2 つである。1 つ目は, タブレット端末を用いた個別学習を通じて, 日常生活に存在する力

*宝仙学園中高等学校

**鳴門教育大学 高度学校教育実践専攻 (教科・総合系)

表1 「運動とエネルギー」の単元指導計画

運動とエネルギー (小計6時間)	
エネルギー	4時間
位置エネルギーと運動エネルギー	1時間
力学的エネルギー保存の法則 (授業1)	1時間
多様なエネルギーとその移り変わり (小計3時間)	
エネルギーの種類と利用 (授業2)	1時間
エネルギーの変換と保存	1時間
熱の移動	1時間

学的エネルギー (運動エネルギー・位置エネルギー) の基本的性質とその保存について理解を深める。2つ目は、グループディスカッションを行い、他者との関わりを通じて、実用化されているエネルギーの移り変わりと利用に対する理解を深めることである。

(2) 生徒の実態

クラス全体として見ると、生徒はどの授業にも意欲的に取り組み、教師の問いかけに素直に反応する。しかしながら、真面目に取り組む生徒もいれば、やや学習意欲に欠ける生徒もあり、学力差が生じている。実験を行う授業においては、結果や考察に関する内容を正確に把握し自らの考えをまとめ発表することを苦手としている生徒も少なくない。授業前の生徒の学習内容に関する理解度を問う目的から、授業当日に対象生徒30名を対象に、学習支援システムアプリ「ロイロノート」(LoiLo Inc., 2023)を介して以下のアンケート調査を実施し、25人から回答を得た(回答率25/30 = 83%)。アンケートには「エネルギーについてわかる」、「グループワークは楽しみ」、「事前学習をした」の各質問に対して、「当てはまる」、「やや当てはまる」、「当てはまらない」、「まったく当てはまらない」から1つ選ぶ質問項目を設定した。アンケート結果の概要を図1に示す。図中の各平均値は「当てはまる」(4点)、「やや当てはまる」(3点)、「当てはまらない」(2点)、「まったく当てはまらない」(1点)と生徒の回答を点数化して集計した値である。また、各選択肢への回答人数を数値と棒グラフで表した。

「エネルギーについてわかる」に対して、3人が「当てはまる」、16人が「やや当てはまる」と回答し、これ

らを合わせた肯定的回答は25人中計19人で全体の約76%に上った。一方、否定的回答は「当てはまらない」が6人で、「まったく当てはまらない」はいなかった。「グループワークは楽しみ」に対しては、「当てはまる」が10人、「やや当てはまる」が9人で、肯定的回答は25人中計19人で全体の約76%に達したが、「当てはまらない」が4人、「まったく当てはまらない」が2人で、グループワークに消極的な生徒が一定数存在することが分かった。「事前学習をした」に対しては、「当てはまる」または「やや当てはまる」の肯定的回答は計10人(約40%)にとどまり、半数以上が予習していなかったことがわかった。

(3) 教材及び授業の工夫

今回の授業で使用するロイロノートは、1枚のノートのようなカードで構成され、生徒・教師が双方向的にプレゼンテーション用資料として活用できる。また、指でなぞった順番で任意のカードをモニターに映し出すことができる。つながっているカードが一度に映し出され、生徒の考えを画面上で共有することができ、個々の生徒がいつどんなことを調べ・考え・学んだのかを一目で確認することができる。生徒が提出したカードに対して教師がコメントを書き込んで返信することができるのも特長の1つであり、生徒との新しいコミュニケーションツールとしても活用できる。以上の機能を活かして、後述する授業1では、生徒が力学的エネルギー保存について学んだ内容を書き込めるカードを教師が予め準備して使用した。授業2では、グループディスカッションやプレゼンテーションに用いる資料として活用した。

3 授業実践

(1) 授業1 (力学的エネルギー保存の法則)

目的 力学的エネルギーの存在と保存性を認識する。

力学的エネルギーに関する現象から、位置エネルギー・運動エネルギーの互換性と力学的エネルギーの保存を理解させることを目的とした。本時の指導案を表2に示し、授業の過程①～⑤の概要を以下で説明する。教科書には図2のように位置エネルギーと運動エネルギーの移り変

項目	[質問1]エネルギーについてわかる	[質問2]グループワークは楽しみ
平均値	2.9	3.1
当てはまる	3	10
やや当てはまる	16	9
当てはまらない	6	4
まったく当てはまらない	0	2

図1 授業前アンケートの結果 (n = 25)

表2 授業1(力学的エネルギー保存の法則)の指導案(一部抜粋)

時間	学習活動	指導上の留意点	注記(教材・教具等)
① 導入 5分	エネルギーの復習と本時の紹介	エネルギーとは (物体が持つ仕事をする能力)	
② 展開1 10分	一斉学習 位置エネルギー・運動エネルギー	用語の確認と実例を説明する。	教科書
③ 展開2 10分	一斉学習 力学的エネルギーの保存	運動エネルギーと位置エネルギーの和 が力学的エネルギーである。	(補足事項) エネルギーはなくな らず保存される。
④ 展開3 15分	個別学習 カードを配布する	具体例から位置・運動エネルギーが入 れ替わっていることをロイロノートに 書き入れるよう指導する。	タブレット用意 (ロイロノート使用)
⑤ 整理 10分	本時のまとめ	生徒のカードを紹介する。	

わりが紹介されている。挿絵の吹き出し部を一部加工し、生徒がタブレット端末から直接コメントを書き込めるカードを作成した(図3)。この加工済みカードを、ロイロノートを通じて生徒に配布した。ジェットコースターを例に、自分がそこに乗車していると想定し、位置エネルギーと運動エネルギーをどのように捉えているのかを確認した。生徒には、エネルギーに関する言葉を使

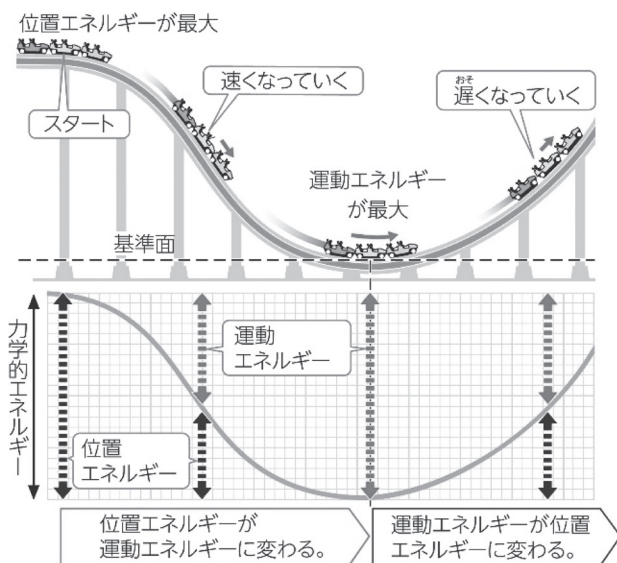


図2 ジェットコースターの運動と力学的エネルギーの保存についての説明用カード(加工前)

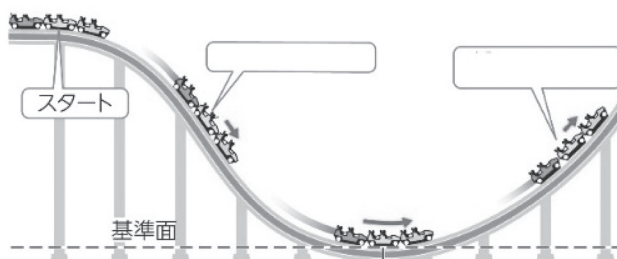


図3 生徒に配布した書き込み用カード(加工後)

て、ジェットコースター乗車中に起こる変化についてコメントを書き込むことを指示した。生徒が記入したカードの一例を図4に示す。

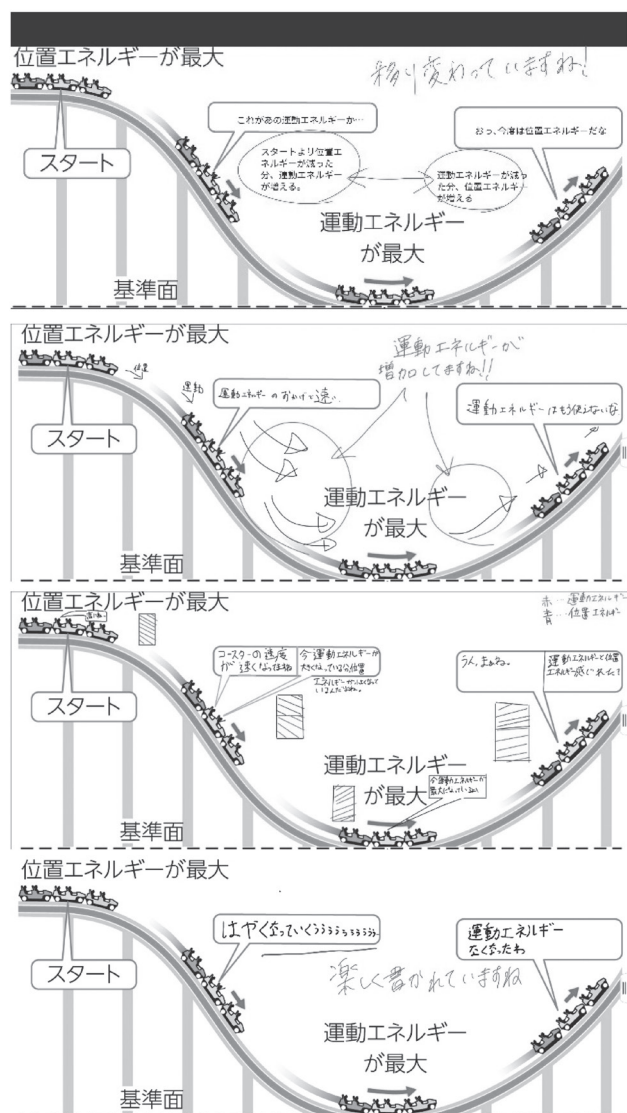


図4 生徒が記入したカードの例

①導入 (5分) エネルギーの復習と本時の紹介

生徒は、エネルギーとは「物体が持っている仕事を
する能力」であることを、エネルギーの学習開始時に用語
として学習している。本時冒頭では、生徒を指名してエ
ネルギーの定義を答えさせ、生徒が用語を覚えて理解し
ているか確認した。

**②展開 1 (10分) 一斉学習：位置エネルギー・運動エ
ネルギー**

位置エネルギー・運動エネルギーについての授業は、
用語解説および実験等を含めて前時まで実施済みであ
り、生徒は「位置エネルギーは、高さが高いほど大きく、
質量が大きいほど大きい。」「運動エネルギーは、質量
が大きいほど大きく、速さが速いほど大きい。」ことを
学習している。ここでは、生徒に用語と教科書に紹介さ
れている事例(斜面上の物体の運動)を説明しながら、
両エネルギーの基本的性質について理解しているか確認
した。

③展開 2 (10分) 一斉学習：力学的エネルギーの保存

力学的エネルギーは運動エネルギーと位置エネルギー
の和であることを説明し、力学的エネルギーの大きさが
一定に保たれること(力学的エネルギー保存の法則)を
説明した。事例として、振り子とジェットコースターの
場面を紹介して、位置エネルギーと運動エネルギーが相
互に移り変わっていることを説明した。

④展開 3 (15分) 個別学習：カードを配布する

前述のカード(図3)をロイロノート上で各生徒に配
布した。ジェットコースターに乗車中は絶えず位置・運
動エネルギーが相互に入れ替わっていることを説明した。
一番高いところでは、ジェットコースターは動いていな
いため、速さは0であり、運動エネルギーも0であるこ
とを説明した。生徒にジェットコースターはどこで最も
速くなるのかを考えさせた。乗車中に感じる楽しさを含
めたコメントをカードの空白部分に書き入れ、ロイロ
ノートアプリ上にある提出箱に提出するように指示した。

⑤整理 (10分)

提出された生徒のカードの中から完成度の高いカード
を取り上げて紹介し、本日のまとめを行った。日常生活
の中でも力学的エネルギーを感じる事が可能であり、
運動エネルギー・位置エネルギーが相互に移り変わっ
ていることを伝えた。後日、提出された各カードにコメン
トを付して各生徒に返却した。

(2) 授業 2 (エネルギーの種類とその利用)

目的 各エネルギーの「よい点」と「よくない点」につ
いて班活動を通じて理解を深める。

教科書では電気、熱、光、音・弾性、化学、力学的の
各エネルギーが紹介されている。今回のグループワーク
(協働学習)では、教師が一方向的に授業を進める一斉学
習ではなく、生徒がグループに割り当てられた各種エネ
ルギーの「よい点」と「よくない点」を主体的に調べる。
グループで意見交換を行いながら、エネルギーについて
の学びを深めていく。他班の発表を聴くことで、他のエ
ネルギーの性質についても理解する。授業2の指導案を
表3に示し、授業の過程①～④の概要を以下で説明する。

①導入 (5分) 班移動と課題の確認

前時に担当するエネルギーごとに班を編成し(各班5
人×計6班)、各班に担当のエネルギーのよい点とよく
ない点について、他の生徒が調べやすいように予習して
くるように指示した。今回扱うエネルギーは6種類(電
気エネルギー・熱エネルギー・光エネルギー・音と弾性
エネルギー・力学的エネルギー・化学エネルギー)であ
ることを再度確認した。

**②展開 1 (20分) 個別学習・協働学習：エネルギーに
関する調べ学習**

前述の授業前アンケートから、約4割の生徒が指示さ
れた事前準備をしていないことが分かったため、予習状
況に関するアンケート結果を生徒に提示・共有したうえ
で、この活動の冒頭約5分を生徒の準備時間として確保

表3 授業2(エネルギーの種類と利用)の指導案(一部抜粋)

時間	学習活動	指導上の留意点	注記
① 導入 5分	班移動と課題の確認 (電気エネルギー、熱エネルギー、 光エネルギー、音・弾性エネルギー、 力学的エネルギー、化学エネルギー)	班で担当するエネルギーを確認させ る。	事前学習の確認
② 展開 1 20分	個別学習・協働学習 エネルギーに関する調べ学習	各担当のエネルギーを調べさせる。	準備していない生徒のため の調べ作業も含む
③ 展開 2 15分	協働学習 各グループが発表	発表者にカードをもとにして発表さ せる。	仲間の発言を聞いて他の エネルギーについても理 解を深める
④ まとめ 10分	教師から講評を行う エネルギーの種類についてのまとめ 本時のまとめ アンケートの記入	アンケートはロイロノートを使用す る	エネルギーの種類につい てのまとめを実施

した。事前学習済みの生徒の多くが、インターネット上の関連サイトを参照してよい点とよくない点についてまとめていた。生徒にはインターネットだけでなく学校から提供された教材（教科書と資料集）も活用するように促した。

グループワーク・発表に取り組む生徒の様子を図5（上・下）に示す。力学的エネルギー、音・弾性エネルギー、化学エネルギーを担当した班が、よい点とよくない点の例が浮かばず悩んでいた。力学的エネルギーの班には、遊園地にたくさんあるアトラクションや車の事故等の例を紹介した。音・弾性エネルギーの班には、音を出しすぎることによる騒音や、防音効果が耐震につながることをアドバイスした。具体例を説明しながら、生徒たちが主体的に議論を進められるように随時声掛けを行った。化学エネルギーを担当している班には、化学分野で学習している電池の材料や化学物質が環境にどのような影響を与えるのかというヒントを提示した。

③展開2（15分）協働学習：各グループが発表

各班が順番にロイロノートのカードを使ってエネルギーのよい点とよくない点について発表を行った（図5下）。生徒がグループディスカッションおよび発表の場面で作成・使用したカードを図6に例示する。以下は生徒の発表の要約である。

電気エネルギー

- よい点：他のエネルギーに比べて強い
- よくない点：電気を作るのが難しい



図5 グループワーク（上）と発表（下）の各様子

熱エネルギー

- よい点：エネルギーはドライヤー等、日々の生活の支えになっている
- よくない点：使用後に二酸化炭素が出てしまう

光エネルギー

- よい点：太陽光発電として発電可能
- よくない点：天候に左右される

音・弾性エネルギー

- よい点：防音効果、簡単にエネルギーを作れる
- よくない点：騒音につながる

力学的エネルギー

- よい点：遊園地でアトラクションとして楽しませてくれる
- よくない点：過剰な運動は事故につながる

化学エネルギー

- よい点：電池として使用可能
- よくない点：環境汚染につながる

④まとめ（10分）

生徒の発表に対して授業者から講評を行った。電気エネルギーは2年生で習った分野であること、光エネルギーは発電の分野でも扱うこと、化学エネルギーは化学分野でも扱っていることを伝えた。生徒はロイロノート上でこの授業に関する後述のアンケートに回答し、本時の授業を終了した。

<p>メリット</p> <ul style="list-style-type: none"> エネルギーはドライヤーやストープなどに使われていて日々の支えになっている 蒸気の再利用 二酸化炭素がでない ビニール栽培 料理 	<p>デメリット</p> <ul style="list-style-type: none"> 酸化炭素が出てしまう 房に使われているが環境汚染にもつながってしまっている。 電にも使われてるがコストの面や場所、発電の量に偏りがあるなどの問題点がある。 振動騒音被害
---	--

熱エネルギー

<p>音エネルギー</p> <p>メリット</p> <ul style="list-style-type: none"> 防音効果 振動を抑える 構造物の寿命が延びる <p>デメリット</p> <ul style="list-style-type: none"> 発電量が少ない <small>作り場所も限られる</small> 騒音にもなる <small>スピーカー</small> <p>弾性エネルギー <small>バネ、ゴム等</small></p> <p>メリット</p> <ul style="list-style-type: none"> コストが低い 簡単にエネルギーを作れる 	<p>〔光エネルギー〕</p> <p>光エネルギー→太陽光発電</p> <p>変換</p> <p>良い点</p> <ul style="list-style-type: none"> 電気代節約 断熱効果 エコな再生可能エネルギー 災害や節電に備えられる <p>良くない点</p> <ul style="list-style-type: none"> 天候、季節、地域に左右される 場所をとったりコストがかかる
---	---

音・弾性エネルギー

光エネルギー

<p>良い点</p> <ul style="list-style-type: none"> 他のエネルギーと比べると電気エネルギーは強い 電気を作ったら使うの距離が身近 	<p>悪い点</p> <ul style="list-style-type: none"> 電気を貯蔵するの難しい 電気を貯蔵するの場所が限られる 電気を貯蔵するの場所が限られる 電気を貯蔵するの場所が限られる
--	---

電気エネルギー

力学的エネルギー

図6 グループディスカッション・発表で作成・使用したカードの例

4 結果と考察

(1) 力学的エネルギー保存の法則についての個別学習

授業1において、ロイロノートのカードに書き込まれた生徒の説明コメントを図4（前述）および表4に例示する。生徒によって表現力にばらつきが見られるが、例えば（ジェットコースターの）下降時において「位置エネルギーが減った分、運動エネルギーが増える。」や、上昇時において「運動エネルギーが減った分、位置エネルギーが増える。」「運動エネルギーが位置エネルギーに移り変わっているね。」などのコメントのように、運動・位置の両エネルギーのトレードオフの関係を表した記述が複数見られた。また、下降時に「運動エネルギーが大きくなっている」や、上昇時に「今度は位置エネルギーだな。」「運動エネルギーなくなったわ。」などのように、各エネルギーの増減に言及するコメントが得られた。これらの生徒は、個別学習の中で、ジェットコースターにおける運動・位置の両エネルギーの移り変わりと力学的エネルギーの保存について、定性的に概ね理解できてい

表4 カードに記入されたジェットコースター乗車時の力学的エネルギーに関する生徒の説明（一部抜粋）

<p>下降時</p> <ul style="list-style-type: none"> ・はやくなくなっていくうううううー。 ・位置エネルギー楽しかった。 ・スタートより位置エネルギーが減った分、運動エネルギーが増える。 ・運動エネルギーが大きくなっているー。 ・今、位置エネルギーと運動エネルギーの大きさが同じくらいだねー。 <p>上昇時</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運動エネルギーなくなったわ。 ・運動エネルギーが減った分、位置エネルギーが増える。 ・おっ、今度は位置エネルギーだな。 ・遅くなっているね〜。 ・運動エネルギーが位置エネルギーに移り変わっているね。
--

ると考えられる。

全生徒のコメントは紙面の都合で掲載できていないが、どの生徒も力学的エネルギーの保存に関するコメントを記入していた。自分でカードにコメントを書く個別学習を通して、エネルギーについて生徒自身で思考・表現する機会を持つことができたと考えられる。前述のように、一部の生徒は運動エネルギーと位置エネルギーの互換性に着目して力学的エネルギーの保存を説明できていた。生徒によって表現力に差はあるものの、ロイロノートを活用した個別学習は、生徒が個々に力学的エネルギーの存在とその保存に対する認識を深める点において有用であったと考えられる。

(2) エネルギーの種類とその利用に関する協働学習

授業2の直後、前述の授業前アンケートと類似するアンケートを、ロイロノートを通じて生徒に対して実施し、23人から回答を得た（回答率23/30 = 77%）。具体的には、「エネルギーについて理解は深まりましたか?」「グループワークは楽しかった」「(エネルギーの)よい点とよくない点は見つかりましたか?」の各質問に対して、「当てはまる」「やや当てはまる」「当てはまらない」「まったく当てはまらない」から1つを選ぶように回答させた。また、授業に対する感想や見解を記述させる自由記述の質問を設けた。

授業後アンケートの結果を図7に示す。図中の各平均値は、授業前アンケートと同様に、「当てはまる」(4点)、「やや当てはまる」(3点)、「当てはまらない」(2点)、「まったく当てはまらない」(1点)と、生徒の回答を得点化して集計した値である。また、各選択肢の回答人数を数値と棒グラフで示している。「エネルギーについて理解が深まった」について、「当てはまる」が11人、「やや当てはまる」が12人であり、全員が肯定的に回答し、平均値は3.5であった。「グループワークは楽しかった」については、「当てはまる」が12人、「やや当てはまる」が8人と、肯定的回答は20人(87%)に達し、平均値は3.1を示した。「(エネルギーの)よい点とよくない点は見つかりましたか?」について、全員が「当てはまる」と回答した。

項目	[質問1]エネルギーについて理解は深まった	[質問2]グループワークは楽しかった	[質問3]よい点とよくない点は見つかりましたか?
平均値	3.5	3.4	4.0
当てはまる	11	12	23
やや当てはまる	12	8	
当てはまらない	0	3	
まったく当てはまらない	0	0	

図7 授業後アンケートの結果 (n = 23)

生徒の自由記述の回答の一部を表5に示す。例えば「今回担当した熱エネルギーはあまり知らなかったエネルギーだったのでこのグループワークを通して理解が深まった（後略）」、「（前略）エネルギーをストックできるというメリットや、色々なデメリットを見つけ理解できた。」「エネルギーには種類が沢山あり、それぞれいろいろなところで使われていて身近に感じた。」「エネルギーについて前よりわかるようになった。」「いろんなエネルギーについて知れてよかったです。」などの回答に見られるように、実生活の具体的なエネルギーの種類と特徴について学んだことへの有用感を示す意見が得られた。また、「自分の調べるエネルギーについて上手くまとめられたと思う。」「色々なエネルギーについて友達の意見を聞いてとても楽しかった」、「みんなの発表が聞きやすかった」などのように、調べたことをまとめて発表し合い、互いに学び合うことへの有用感を示す回答も得られた。さらに、「楽しかった。またグループワークをしたい。」のように、次の協働学習への意欲を示す回答が得られた。一方、「疲れた。」「楽しかったけど、班のメンバーにもっと事前学習をやってほしかった。」「思ったより探すのが大変だったが（後略）」のように、学習活動への負担感や事前学習に対するグループ内の温度差への不満感を示す回答も得られた。生徒の主体的な学びの機会を維持しつつ、班内での準備負担の偏りや生徒の負担感を軽減するための工夫が今後必要と言える。

表5 授業に対する生徒の感想（一部抜粋）

- 今回担当した熱エネルギーはあまり知らなかったエネルギーだったのでこのグループワークを通して理解が深まったなと思いました。
- 思ったより探すのが大変だったが、エネルギーをストックできるというメリットや、色々なデメリットを見つけ理解できた。
- エネルギーには種類が沢山あり、それぞれいろいろなところで使われていて身近に感じた。
- エネルギーについて前よりわかるようになった。
- いろんなエネルギーについて知れてよかったです。
- 自分の調べるエネルギーについて上手くまとめられたと思う。
- 色々なエネルギーについて友達の意見を聞いてとても楽しかった
- みんなの発表が聞きやすかった。
- 楽しかった。またグループワークをしたい。
- 疲れた。
- 楽しかったけど、班のメンバーにもっと事前学習をやってほしかった。

授業前後のアンケート結果の中から、エネルギーについての理解とグループワークへの印象に関する各質問の平均値を比較して図8に示す。エネルギーについての理解に関して、平均値は2.9から3.5に上昇し、グループワークへの印象も3.1から3.4に向上した。以上の結果から、生徒の多くは、ディスカッションや発表に前向きに取り組み、協働学習を通じて利点と欠点がある種々のエネルギーとその利用について理解を深めることができたと考えられる。

5 まとめと今後の課題・展望

本研究では、ICTを活用した協働的な学びの実現に向けて、タブレット端末と学習支援アプリ「ロイロノート」を活用して、エネルギーについて学ぶ中学校理科の授業を実践した。個別学習を中心とした授業では、生徒はロイロノート上のカードにコメントを記入しながら、個々に力学的エネルギーの保存について理解を深めていることが確認された。また、グループで議論・発表する協働学習を取り入れた授業では、生徒はエネルギーの種類とその利用について、各エネルギーの利点・欠点を含めて理解を深めていることが確認された。今回の授業によってICTを活用した協働的な学びの実現につながる重要な知見が得られたと評価できる。

今回はエネルギーに対する生徒の理解の状況を生徒の自己評価から総括的に調査したが、生徒にとってどのエネルギーがわかりやすく、どのエネルギーがわかりづらかったのか、各エネルギーへの理解度を個別に評価することが重要である。

今後さらに教育のICT化が加速し、タブレット端末等を用いた学習活動が増えていくことが予想される。今回の授業の結果を踏まえると、より効果的な新しい授業を実践していくために、以下のような具体的な課題が挙げられる。

今回の協働学習に当たって、生徒には事前準備を指示したが、約40%の生徒は準備を行っていなかった。生徒には事前に準備すべきことを具体的に説明したプリン

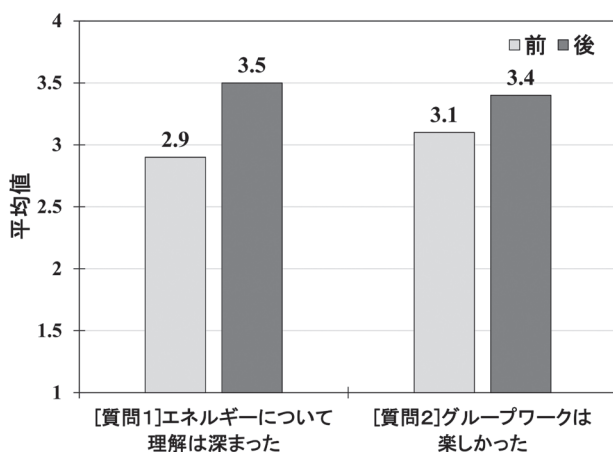


図8 授業前後における生徒の変容

ト等を配布して、明確に指示すべきであった。また、教科書・資料集等をほとんど活用せず、インターネット等を活用して調べている生徒が多かったことから、情報が信頼できるサイトにアクセスすることを事前に指導する必要がある。また、ロイロノートのカードに記入する学習場面において、知識として知っていても、その内容を的確な文章で表現できていない生徒が一定数見られた。理科の内容理解だけでなく、自分の知識や考えを的確に文章で表現する表現力・言語力の向上も重要であると考ええる。

参考文献

- 大竹禎一ほか 101 名：『未来へひろがる サイエンス 3』, 新興出版社啓林館, pp.219-239, 2020.
- 稲垣成哲：「理科教育のこれまでの 10 年, これからの 10 年」, 『理科の教育』 Vol.71, No.845, pp.820-821, 2022.
- LoiLo Inc. 『ロイロノート SCHOOL』. <https://n.loilo.tv/ja/> (アクセス確認 2023. 3. 15)
- 文部科学省：『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 理科編』, 大日本図書, pp.55-63, 2017.
- 文部科学省：『学びのイノベーション事業実証研究報告書』, 68p, 2014. https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/___icsFiles/afieldfile/2018/08/14/1408183_4.pdf (アクセス確認 2023. 1. 5)