

「エネルギー」の学習指導の工夫 — いろいろなエネルギー変換の教具開発を通して —

浦添市立神森中学校教諭 山 里 崇

I テーマ設定の理由

新学習指導要領では、単元名「運動とエネルギー」は「運動の規則性」へ変更される。その指導内容での大きな変更は「仕事と仕事率」の学習が高校へ移行していることである。そのことによりエネルギーの指導は「他の物体を動かすことができるものは、エネルギーを持っている」のように変わっている。

生徒に「『エネルギー』という言葉から何を連想しますか」と問うと、「電気」(31.6%)、「風」(17.3%)、「太陽」(24.1%)等が出た。しかし、他の領域に比べ体験の少ないエネルギーの学習は、教科書の写真や図等でその原理等を理解させることは困難である。そこで、いろいろなエネルギー変換の教具開発を試み、その教具を活用することによって授業改善ができると考え、本テーマを設定した。

II 研究内容

1 実態調査

- (1) 調査対象 浦添市立神森中学校 3年生4学級 男子70名、女子63名、計133名
- (2) 調査方法 質問紙法
- (3) 生徒の実態

本研究を進めるにあたり、本校の3年生133名に、以下の点を中心にアンケートを実施した。

- ① 自然現象に関する興味・関心について
 - ② 「エネルギー」に関する実体験、基礎知識について
 - ③ 「エネルギー」学習に関する興味・関心について
- その結果、「自然に対して疑問を感じたことがありますか」の質問に対し、「ある」と答えた生徒が91%であった。また、「『エネルギー』という言葉を知っていますか」の質問に対し、約95%の生徒が耳にしている。これらの結果は、報道や出版物等で省エネルギーやクリーンエネルギー等が多く取り上げられているからだと考える。

しかしながら、生徒の自然に対する興味・関心は高いものの、エネルギー関連施設の見学経験や体験活動の不足(経験あり9%)もはっきりした。また、エネルギーに関する基礎知識やエネルギー変換に関する知識は右図1, 2から乏しいこともわかった。

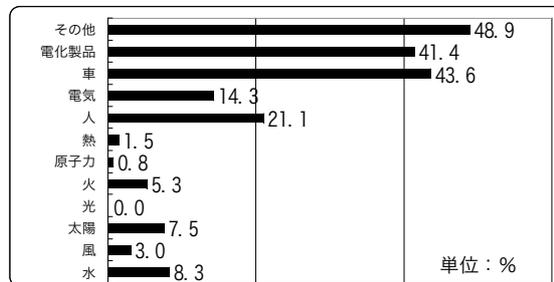


図1 「エネルギー」をもっているのは(自由回答)

そこで、エネルギーについて生徒に系統的に学習させるため、エネルギー変換の教具を製作し、指導の工夫をすることにより、知識の定着を図った。

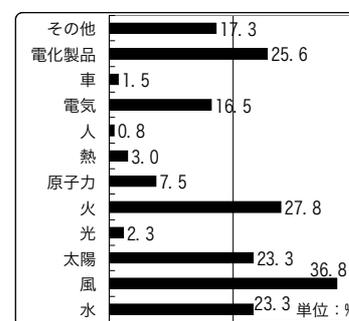


図2 電気エネルギーに変換できるのは(自由回答)

2 研究仮説の設定

(1) 研究仮説

エネルギー学習において、いろいろなエネルギー変換を説明する教具を開発し、活用することにより、エネルギー学習に対する学習意欲を高めることができるであろう。

(2) 手だて

- ① いろいろなエネルギー変換を説明する教具製作
 - ② インターネット等で収集した資料の教材化
 - ③ 検証授業による成果と課題の分析
- #### (3) 検証の方法
- ① 授業前後にアンケートを行い、その結果から生徒の変容をみる。
 - ② ポストテスト、アンケートの結果から知識の定着と、エネルギー学習に対する情意面の変容をみる。

III 教具開発

教具開発は以下の点を考慮し、製作・改良に努めた。

- (1) エネルギー変換の原理学習において、理解を容易にするシンプルな構造である。
- (2) 短時間に演示ができ、その動きから生徒が原理を理解しやすいものである。
- (3) 経費がかからず、安全に使用できるものである。

1 力学的エネルギー変換説明器

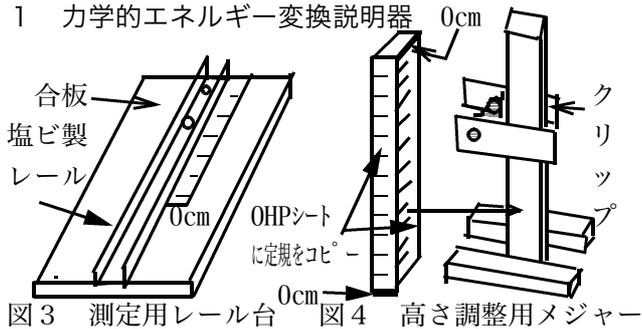


図3 測定用レール台 図4 高さ調整用メジャー

(1) 材料(単位なしは「cm」)

① 測定用レール台

合板 1 (180×7×1), 1m定規のコピー(DIYセンターより) 1, 塩ビ製レール(2m) 1, 重さの違う球 2, 3種 木ねじ 2, 丸棒

② 高さ調整用メジャー

角材 (1.4×1.4×30 1本, 1.4×1.4×7.4 2本), 透明な定規をコピーしたOHPシート 3枚(0~30cmまで確認できる), 釘数本, 支持用クリップ 1

(2) 製作方法

〈測定用レール台〉

- ① ベニヤ板に塩ビ製レールをネジ止め(2ヶ所)する。
- ② 塩ビ製レールの側に定規のコピーを付ける。

〈高さ調整用メジャー〉

- ① 定規をOHPシートにコピーし, 30cm角材の側面3カ所に両面テープで張り付け, 定規棒とする。
*OHPシートは, 図4のように隣接する2面の下部を「0」とし, もう一面は上部が「0」になるように貼る。
- ② ①の定規に7.4cmの角材を木工用ボンドで接着して釘止めし, 支持台とする。

*「ばねののび」や, 「圧力測定時のスポンジのへこみ」, 「滑車を使用した物体の持ち上げ距離測定」などに使用できるようにした。

(3) 実験方法

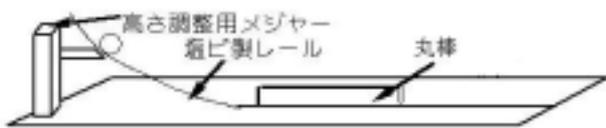


図5 運動・位置エネルギー説明器

図5のように組立てる。重さの異なる球を準備し, それぞれを測定用レール台の斜面を伝わせて落下運動させる。エネルギーの大きさは, 図5の丸棒の移動距離を定規で読みとって測定する。

この教具により運動エネルギーと位置エネルギーの関係性を定性的に学習させることができる。

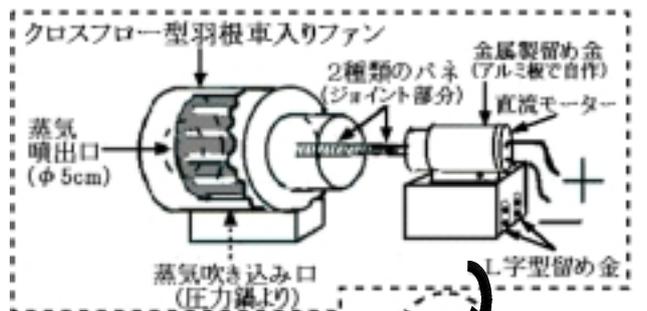
2 火力発電原理説明器

(1) 材料

圧力鍋 1, カセットコンロ 1式, モーター, 台所用小型換気扇(ベアリング入り) 1, バネ 2種類, ジョイント(市販のワイヤーつなぎ用金具), 配線用導線

(2) 製作方法

- ① 台所などの換気扇として使われている羽根車を改造(羽根を外向きに)してタービンとする。
- ② 羽根車の回転軸に, モーターを取り付けて発電機とする。(軸どうしはバネでつなぐ)
- ③ タービン部分を菓子蓋にねじ止めし, 圧力鍋の蒸気噴出口に取り付け, 図6のように組立てる。



(3) 実験方法

圧力鍋に水を1/3程度入れ, ガスコンロにのせる。加熱して得られた蒸気をタービン部分の羽根車にあてる。羽根車の軸につなげたモーターが回り発電させる。



図6 火力発電原理説明器

この教具により熱エネルギー→運動エネルギーの変換が説明できる。

3 熱エネルギー変換説明器

*埼玉県立春日部高等学校の土田三郎先生の考案したビー玉式スターリングエンジンを参考に製作した。
参照 HP <http://www2.hamajima.co.jp/~tenjin/labo/stirling.htm>

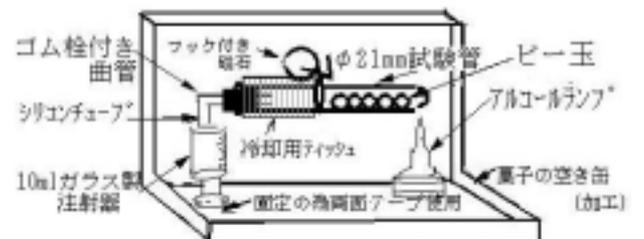


図7 熱エネルギー変換説明器

(1) 材料

金属製の菓子箱, ビー玉 5個, 10mlガラス製注射器 1 ゴム栓付き曲管, アルコールランプ, フック付き磁石 1個, シリコンチューブ

(2) 製作方法

- ① 金属製の菓子蓋を加工してスタンドとする。
- ② $\phi 21\text{mm}$ の試験管の中心部分に針金を巻く。
- ③ ②の余った針金部分をフック状に加工し、スタンドに貼り付けたフック付き磁石につり下げる。
- ④ 試験管にビー玉5個を入れ、その口にはゴム栓付き曲管を取り付ける。
- ⑤ 曲管の先には、シリコンチューブと10mlガラス製注射器を取り付ける。
- ⑥ 注射器と自作スタンドは布テープで固定する。

(3) 実験方法

アルコールランプで試験管を加熱する。試験管内の空気が熱膨張し、注射器が上方へ動く。試験管内の周りの空気より低温のビー玉が運動することにより、管内の空気が熱収縮し、注射器が下方へ動く。

一連の運動で、熱エネルギー→運動エネルギーの変換が説明できる。

4 風力発電原理説明器

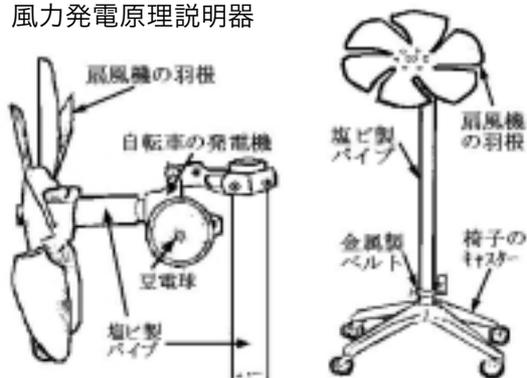


図8 風力発電原理説明器

(1) 材料

自転車の発電機(豆電球付き)1, 塩ビ製パイプ(S40号 1m)1, 塩ビ製パイプ(ジョイント用)1, 扇風機の羽根, キャスター付き椅子の足1, 導線(改造用)金属製ベルト1, (交流発電機の整流用にブリッジダイオードとコンデンサーも使用)

(2) 製作方法

- ① 自転車用発電機を分解し、コイルの巻き数を増やして発電モーターとする。
- ② 羽根の中心部に塩ビ製パイプを取り付け(ホットボンド[®]使用), 発電モーターの軸に押し込む。
- ③ 1mの塩ビ製パイプにキャスター付き椅子の足を差し込み金属製ベルトで固定し, 支柱とする。
- ④ モーター部分と支柱は, 自転車用発電機に付属している金属製ベルトで固定する。
(羽根車の自作, 各種モーターの改良も試みた 参考文献)

(3) 実験方法

風力発電機に大型扇風機で風をあて, 羽根につな

いだ自転車用発電機で発電させる。

この教具により, 風力による運動エネルギー→電気エネルギーの変換が説明できる。

IV 授業設計

1 単元名 「運動とエネルギー」

2 単元設定の理由

(1) 教材観

本単元では, 観察や実験を通し, 運動やエネルギーの基礎を身につけさせ, 力と運動の規則性, エネルギーの基礎概念を理解させる。その手だてとして, 演示に自作教具を利用したり, 生徒に「もの」を製作させ, 直接体験ができるようにする。それにより, エネルギー全体の系統的な理解を図る。

(2) 生徒観

生徒達は, 小学校4,5,6年で領域B「物質とエネルギー」を学習している。その内容はエネルギーに関する現象に触れる程度である。事前アンケートによるとエネルギー学習に関して「楽しそう」と答えた生徒は41%不足であった。これは, 生徒たちの知識や体験が断片的で, 系統的に習得されていないからだと推測する。

(3) 指導観

本単元の指導においては, 新学習指導要領の改訂部分も捉えながら, できるだけ身近なもの, 興味・関心を示すものなどで教具製作の工夫をした。それにより, 生徒がこれまで断片的に学習してきたエネルギーの見方・考え方を, エネルギー変換の視点から系統的に結びつけて理解させたい。そこで以下の点に留意し, 指導にあたっていく。

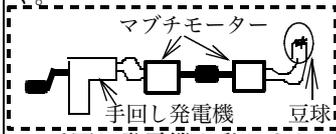
- ① 生徒が「エネルギー」の基礎を, 「仕事」に触れずに学習できるようにする。(新学習指導要領改訂部)
- ② 身のまわりにある物や廃品を利用して教具開発をし, 授業の展開を工夫する。(仮説への手だて)
- ③ 情報収集にインターネットを活用し, 教材の作成にあたりたい。(仮説への手だて)
- ④ 事後に「楽しかった」, 「わかった」という成就感と, 自らエネルギー学習に意欲的に取り組む態度を育てる。(仮説の検証)

3 単元の指導目標

(1) 身のまわりの様々な運動やエネルギーによる現象に興味・関心を持ち, それらの学習に対して積極的に取り組む態度を育てる。

(2) 物体の運動の観察・実験を通して, 運動の規則性を学ぶことにより, 物体にはたらく力と運動の関係に気づかせる。その際, 現象を論理的, 分析的, 総合的に捉えられるようにする。

展開① (18分)	3	発表	3 熱, 運動, 化学, 電気エネルギー等の名称を挙げる。	⑬ _R ⑫⑬ ⑭⑮		
	4	課題提示 I	4 モーターと発電機の間係を学ぼう			
	5	発問	5 (手回し発電機の構造確認) 手回し発電機(ゼネコン)の構造について質問する。		5 手回し発電機(ゼネコン) 分解した手回し発電機	
	6	観察	6 分解した発電機の中を観察し, モーターが使われていることを確認する。		⑪ _R	
	7	できたか	7 「モーター」が使われていることを確認させる。			
	8	補	8 発電機の中を観察させる。			
	9	やってみよう	9 発電機に豆電球をつないで, 発電機を動かせる。			
	10	実験	10 豆電球につないだ豆電球がつか確認する。		⑩	
	11	できたか	11 豆電球が光ることに気づく。			
	12	補	12 机間巡視をし, 速く回したり止めたりさせる。			
	13	やってみよう	13 (発電機のしくみについて) 2つのモーターの軸どうしをつなぎ, 一方を手回し発電機につなぎ動かせる。		⑨	
	14	実験	14 手回し発電機を動かすと, もう一方のモーターも動きだすことに気づく。			
	15	できたか	15 実験で確かめさせる。			
	16	補	16 机間巡視し, 助言する。「発電機」の原理確認			
	17	課題提示 II	17 身のまわりのエネルギーの移り変わりを知ろう			
	展開② (20分)	18	説明	18 ①やかんの水を沸騰させたときの变化と, その原因を確認する。 ②火力発電は燃料を燃やし, その際に出る蒸気を使って発電することを確認する。	⑧ _R ⑥ ⑦ _R	18 「エネルギー変換」を確認する。 18, 19 火力発電原理説明器 (自作教具利用) [P R] 使用 * 環境問題にも触れる。 ①CO ₂ による温暖化現象 ②窒素, 硫黄酸化物による大気汚染その他
		19	演示実験 I	19 (演示実験 I) 自作教具で火力による発電の実験をみせ仕組みを説明する		
20		発問	20 火力発電のエネルギー変換順序を確認する。			
21		変換順序を言えるか	21 変換順序が発表できるように補説する。		⑤	
22		補				
23		説明	23 ①風力発電機を見たことがあるか確認する。 ②風力発電機の羽根が動く原因を確認する。		④ _R ③ _R	23, 24 風力発電機 (自作教具利用) [P R] 使用 * 変換ロスが少ないことにもふれる。
24		演示実験 II	24 (演示実験 II) 自作教具で風力による発電の実験をみせしくみを説明する		②	
25		発問	25 風力発電のエネルギー変換順序を確認する。			
26		変換順序を言えるか	26 変換順序が発表できるように補説する。		①	28 ワークシートの図も説明する。 * 身のまわりのエネルギーの源は「太陽」であることにも触れる。 30 学習を元にワークシートに記入できたか。 【知・理】
27		補				
まとめ (7分)	28	発問	28 いろいろな物体の持っているエネルギーは, 何エネルギーに換えることができるか確認する。			
	29	発表	29 「電気エネルギー」に変換できることが言える。			
	30	自己評価	30 自己評価をさせる。 次時予告		G	
		次時予告	30 自己評価をする。			
		おわり				



6 授業評価(有効度数 32)

(1) 生徒による授業評価

図9～11の事後アンケートの結果より、今回の実践でエネルギー学習に関して興味・関心を持たせることができ、基礎・基本が定着したことがわかった。

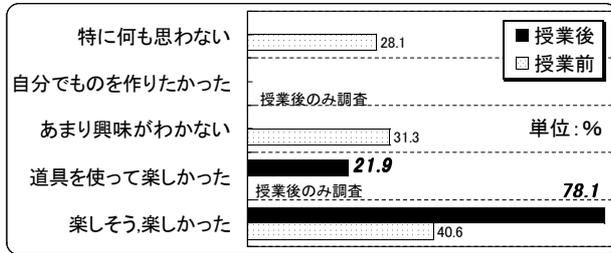


図9 エネルギー学習の感想

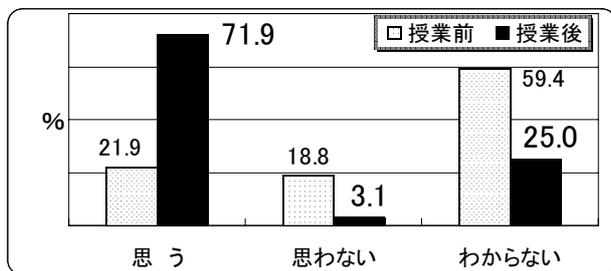


図10 「エネルギー」についてさらに詳しく調べたいか

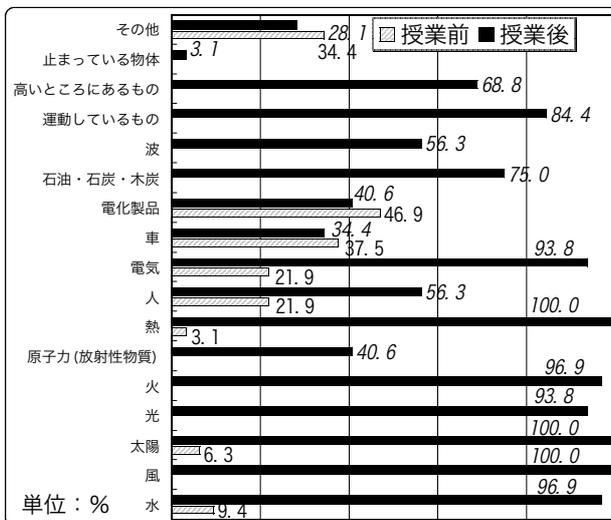


図11 「エネルギー」をもっているものは(複数選択)

また、授業全体では75%の生徒が「わかりやすかった」と評価している。「エネルギー変換」の知識定着に

〈主な参考文献と参照ホームページ〉

金網 均 『風力発電機製作ガイドブック』

パワー社

1998

電気(エネルギー)リンク(エネルギー教育研究会)集
エネルギー資源と電気
資源エネルギー庁

<http://www.denki.gr.jp/navi2.html>

<http://www.denki.gr.jp/navi2.html>

<http://www.enecho.go.jp/>

関するポストテストは、次のような結果を示している。①「光エネルギーから電気エネルギー」への変換に関する問いの正解率は81.3%、②火力発電に利用されている「熱エネルギー→電気エネルギー」への変換に関する問いの正解率は81.3%、③風力、水力発電などに利用されている「位置エネルギーや運動エネルギー→電気エネルギー」への変換に関する問いの正解率は72.0%であった。以上の調査結果から、仮説の検証ができたと考える。

(2) 自作教具の評価

今回製作した教具の有効性を調査したところ図12のような結果が得られた。市販の手回し発電機やソーラーカーと比較しても自作教具が授業に有効であったといえる。生徒からは「手作りの教具が、身近に感じる」等の感想が多かった。

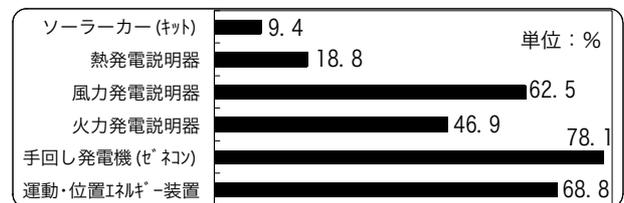


図12 教具の学習効果比較(複数選択)

V まとめと今後の課題

1 成果

本研究の成果については次のことが挙げられる。

- ① 「仕事」の概念抜きで「エネルギー」概念を効果的に指導できた。
- ② 4つの教具と、「エネルギー」指導に必要な教材を開発することができた。
- ③ 生徒の興味・関心を引き出すことができ、「エネルギー」学習に対して意欲的に取り組むようになった。

2 課題

今後は以下についてさらに改善していきたい。

- ① 生徒自ら製作し、エネルギーの基礎を学べる教材・教具の開発
- ② 風力、火力以外の発電機の模型作りと、より実用的な発電機の工夫