

小・中学校の系統に配慮した理科指導の在り方に関する研究 — 「風やゴムの働き」を題材としたエネルギーに関する教材開発を通して—

木谷 康博

「エネルギー」という言葉は世間一般でも広く使われ、児童が「エネルギー」という言葉に持つイメージは多様化していると考えられる。このため、児童が持つエネルギー概念を、理科の学習において、中学校における科学的な知識・理解に系統的につないでいくためには、日常生活と関連させながら、エネルギーを科学的な観点からとらえさせていく手立てが大切であると考えた。

本研究は、「風」を題材として、身近なものがもつエネルギーの存在を児童に気づかせることを目的としたものである。

児童の持つエネルギー概念を中学校の理科へとつなぐため、小学校6年生において風をエネルギーとしてとらえる授業を提案する。そのための学習指導案や教材を作成し、研究協力校で授業実践を通して検証した。この授業における風に関する体験的な学習活動は、児童に風がエネルギーであることを気づかせるのに有効であった。

〈キーワード〉 体験的な学習活動、エネルギー概念、系統性

I 主題設定の理由

平成24年度より完全実施される新学習指導要領は、小・中学校での系統性を重視し、「エネルギー」「粒子」「生命」「地球」という4つの柱を軸に内容が構成されている。

「エネルギー」を柱とした、小・中学校理科の内容の構成は図1のようになる。しかし、小学校理科では「エネルギー」という言葉についての説明はない。また、「エネルギー」という言葉は理科以外の場面でも使われている。例えば、学校の授業において「エネルギー」という言葉を使う教科に、社会科などが挙げられる。しかし、社会科では「社会を支える石油や電力、ガスなどのエネルギー資源」というように、「エネルギー」という言葉からイメージされるものが理科とは異なる。また、広告やアニメなどのテレビ番組、各メディアなどで「エネルギー」という言葉が使われる場合も、イメージされるものは学校の授業のそれとは異なる。これらにより、児童が「エネルギー」という言葉に持つイメージは大変広く多岐にわたるようになると考えられる。一方、そのイメージの多様さから、児童の興味・関心によってはエネルギーを科学的にとらえることが難しかったり、偏ってとらえていたりすることが考えられる。

このため、児童が持つエネルギー概念を、理科の学習において、系統的に中学校における科学的な知識・理解につないでいくためには、日常生活と関連させながらエネルギーについて疑問を持ったり、感動したりする体験や経験を積み、それらを科学的な観点からとらえさせていく手立てが大切であると

校種	学年	エネルギー		
		エネルギーの見方	エネルギーの変換と保存	エネルギー資源の有効利用
小学校	3	風やゴムの働き 光の性質	磁石の性質	電気の通り道
	4		電気の働き	
	5	振り子の運動	電流の働き	
	6	てこの規則性		電気の利用
中学校	1	【身近な物理現象】 光と音 力と圧力		
	2		【電流とその利用】 電流 電流と磁界	
	3	【運動とエネルギー】 運動の規則性 力学的エネルギー		【科学技術と人間】 エネルギー 科学技術の発展 自然環境の保全と科学技術の利用

図1 小・中学校理科のエネルギーを柱とした内容の構成

考えた。特に、小学校理科で扱う「風」は、中学校理科では気象要素として取り上げられるが、エネルギーとして取り上げられる機会は少ないため、そのような手立てが必要であると思われる。

そこで、小学校でのまとめとして、風をエネルギーとしてとらえさせる授業を実践し、身近なものもつエネルギーの存在を児童に気づかせることを目指して本主題を設定した。

II 研究の目標

体験を通して風をエネルギーとしてとらえさせる学習指導案および教材を作成する。研究協力校において授業を実施し、風をエネルギーとしてとらえさせることができたか検証する。

III 研究の方法

1 エネルギーに対する児童の持つイメージの把握

研究協力校の3年生と6年生の児童を対象に、「エネルギー」という言葉からイメージするものについて、アンケート調査を行う。

2 授業内容および教材の検討

学習指導案および教材を作成するために、以下の点について検討する。

- (1) 授業の内容について
- (2) 教材について

3 授業実践と考察

作成した学習指導案および教材を用いて、研究協力校において授業を行う。

4 授業の分析

児童の感想から、この授業で、風をエネルギーとしてとらえることができたか検証する。

IV 研究の内容と考察

1 エネルギーに関するアンケートの実施と実態調査

小学生が「エネルギー」という言葉からイメージするものについて、研究協力校の3年生と6年生の児童にアンケート調査を行った。調査結果の一例を次に示す。

(問い)「エネルギー」という言葉から思いつくものは何ですか。(複数回答 自由記述)

3年生

- ・地球温暖化、電気、豆電球、光、理科の勉強 (男子)
- ・発電所、太陽、科学、ごはん (男子)
- ・力、元気、体をつくるもの、電気、太陽 (女子)
- ・すごい力、電気、体力、光が集まる (女子)

6年生

- ・力の源、力、電気、食べ物、光 (男子)
- ・体に力をあたえる、物を動かす、栄養になる、電気 (男子)
- ・電気、食べ物、力、栄養、太陽 (女子)
- ・電気、石油、食べ物、発電所、火 (女子)

調査結果は、図2のように、児童がイメージしたものを関連があると思われるものでグループ化して

まとめ、集計を行った（表1）。

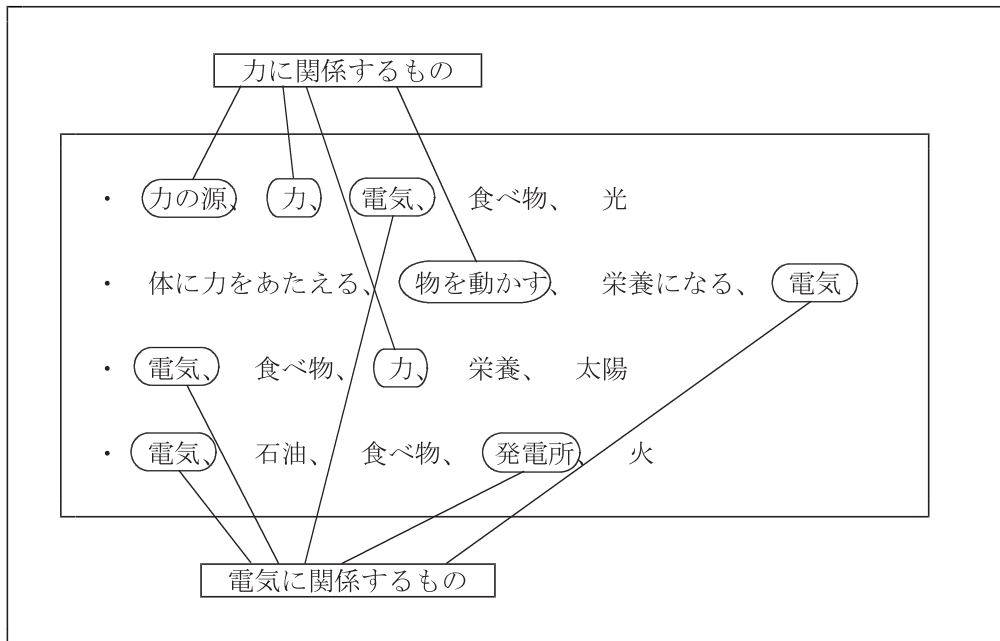


図2 調査結果のまとめ方の例

表1 「エネルギー」という言葉からイメージするもの

(問い)「エネルギー」という言葉から思いつくものは何ですか。(複数回答 自由記述)
 ()内は、児童数。ただし、同一児童が、同じグループに属するイメージを2つ以上回答した場合は、児童数を1と数えた。

小学校3年生 (30名)		小学校6年生 (35名)	
電気に関するもの	(17)	電気に関するもの	(29)
元気・体力に関するもの	(9)	食べ物に関するもの	(25)
光に関するもの	(8)	光に関するもの	(17)
環境問題に関するもの	(7)	力に関するもの	(13)
力に関するもの	(7)	環境問題に関するもの	(12)
食べ物に関するもの	(1)	熱に関するもの	(6)
その他	(2)	元気・体力に関するもの	(2)
		その他	(3)

(1) 調査結果について

どちらの学年も、「エネルギー」という言葉から児童がイメージするものは7～8つに分けることができる。この中で、児童が最もよくイメージするものは「電気に関するもの」であることが分かった。また、「エネルギー」という言葉から児童がイメージするものは変化し、特に6年生では「電気」「食べ物」に偏っていることが分かった。理科で学習する「力」「光」「熱」と関係があるものを「エネルギー」という言葉からイメージする6年児童は、クラスの半数程度であった。

(2) 考察

理科で学習する「力」「光」「熱」とエネルギーとを結びつけている児童は多くない。児童の興味・関心、学習量の違いなどの影響も考えられるが、エネルギーの学習において「力」「光」「熱」などが題材の場合、それらをエネルギーと結びつけさせる手立てが必要であると考えられる。

2 授業内容および教材の検討

(1) 授業の内容について

「風やゴムの働き」（小学校3年生）では、風の力で動く物をつくり、風を当てたときの物の動く様子を調べる実験を通して、風がもつ力に児童は気づいていく。さらに、風で動く物の動きや動く距離を変えるなど活動の目的に合わせて風の力を調整することを経験する。また、「科学技術と人間」（中学校3年生）では、エネルギー変換に関する観察や実験を行ったり、新たなエネルギーの開発の現状や課題について学習したりしている。そこで、図3のように「エネルギーの見方」と「エネルギーの変換と保存」にかかわる単元「風のエネルギーを利用しよう」を設定した。小学校でのまとめと中学校へのつながりを考慮して小学校6年生を対象とした。単元の概要は以下の通りである。

校種	学年	エネルギー		
		エネルギーの見方	エネルギーの変換と保存	エネルギー資源の有効利用
小学校	3	風やゴムの働き		
	4			
	5			
	6		風のエネルギーを利用しよう	
中学校	1	【身近な物理現象】 光と音 力と圧力		
	2			
	3	【運動とエネルギー】 運動の規則性 力学的エネルギー		【科学技術と人間】 エネルギー 科学技術の発展 自然環境の保全と科学技術の利用

図3 「エネルギー」の中での授業内容の位置

・単元のねらい

風の力の利用に興味を持ち、風の力を調節する方法に気づくことができるようにする。そして、風の力を利用した体験活動を通して、風の力とエネルギーを結びつけ、風をエネルギーとしてとらえることができるようにする。

・指導計画（2時間配当）

題材名	主な学習活動	時間
風のエネルギーを利用しよう（第1次） 「帆の形や大きさと車が走る距離」	<ul style="list-style-type: none"> ・ヨットやブローカートなど、風の力を利用した乗り物を知る。 ・帆の形や帆の大きさによって、模型の車の進む距離がどう変化するか調べる。 	1時間
風のエネルギーを利用しよう（第2次） 「風の力で、友達を運ぼう」	<ul style="list-style-type: none"> ・台車が一番よく進む帆の形を考える。 ・製作した帆を使って、友達の乗った台車を動かす。 ・風のエネルギーを利用したものを知る。 	1時間

第1次では、児童に風の力に興味を持たせ、風の力を調整する方法に気づかせることをねらいとして、風を受ける帆の形や大きさによって、模型の車の走る距離がどう変化するかを調べさせる。

第2次では、風が力を持つことを児童に実感させ、「風の力」と「エネルギー」を体験的に結びつけさせることをねらいとして、人を乗せた台車を風の力を使って動かす活動に取り組みさせる。

(2) 教材について

「風の力の働きを調べるもの」と「風の力を実感させるもの」が教材として必要と考え、「風で動く模型の車」と「ヨットカー（大型扇風機の風で動く、帆を付けた台車）」を作成した。

① 風で動く模型の車

第1次で、風を受ける帆の形や大きさによって、模型の車の走る距離がどう変化するかを調べるた

めに使用する。「風やゴムの働き」（小学校3年生）で使用した模型の車に、厚紙で作った帆を割り箸で取り付けた。取り付ける帆は、大と小の2種類を用意した。また、帆に当てる風は、送風機を使うようにした。

② ヨットカー（大型扇風機の風で動く、帆を付けた台車）

第2次で、人を乗せた台車を風の力を使って動かす活動に使用する。「ヨットカー」は、人が乗る台車、風を受ける帆の2つの大きな部品に分けられる。このうち、人が乗る台車については、荷物を運ぶときなどに使われる一般に市販されている台車から、以下の条件に合うものを選んだ。



図4 ヨットカーの台車

*台車の条件

- ・剛性が高い。
- ・台車始動時の抵抗が小さい。

風を受ける帆は、材料を指定して、児童に製作させるようにした。加工のしやすさや丈夫さを考慮して、プラスチック段ボールやエアキャップシート、竹を材料に使うようにした。また、帆に当てる風は、直径50cmの大型扇風機を使い、強さを一定に保つようにした。

なお、「ヨットカー」はNHKの科学番組『科学大好き土よう塾』を参考にした。

3 授業実践と考察

対象 坂井市立長畝小学校 第6学年2組 35名

指導者 多田敏明 教諭 (T2として、筆者も参加)

(1) 実践記録1 風のエネルギーを利用しよう(第1次)「帆の形や大きさと車が走る距離」

① 本時の目標

帆の形や大きさを変えた車の走る距離を比べる実験を通して、風の力を上手に利用するための帆を考えることができる。

② 準備物

風で動く車(17台)、送風機(4台)、帆の材料(厚紙(大・小)、割り箸など)、おもり

③ 授業の経過

主な学習活動	主な発問と児童のようす	支援(○)と評価(◎)
1 風を利用した乗り物を知る。 *ヨットやブローカートについての話を聞く。	○風を利用した乗り物を知ろう。	○ヨット、ブローカートについて、写真や映像を使って紹介する。
[風の力を利用する] 車が遠くまで進む帆を作ろう		
2 帆を変えて、車の進む距離を調べる	○帆の大きさや形が変わると、車の進	◎帆と車の進む距離の関





<p>* 帆を大きくしてみる。 * 帆の形を変えてみる。</p>	<p>む距離がどう変わるか調べよう。</p> 	<p>係について調べようとしているか。 ○風の強さや車に乗せるおもりの重さは統一させる。</p>
<p>3 車が遠くまで進む帆を作る。 * 車が遠くまで進むように、帆の形や大きさなどを工夫する。</p>	<p>○車が遠くまで進む帆を作ろう。</p> 	<p>◎実験結果より、帆の形や大きさを工夫することができたか。</p>
<p>* 車に取り付けて、どのくらい進むか確かめる。 * 帆のデザインや工夫したところを、絵や文を使ってまとめる。</p>		
<p>4 人が乗る台車につける帆を考える。 * 実験から分かったことを使って、人が乗る台車を動かすことができる帆を考える。 * 考えた帆の完成図を、ワークシートに記入する。</p>	<p>○人が乗る台車を動かすための帆を考えよう。</p> 	<p>○一人ひとりに、帆を考えさせる。 ○取り入れた工夫とその理由を考えさせる。</p>
<p>5 次回の内容を知る。</p>	<p>○考えた帆を作って、人が乗った台車を動かしてみよう。</p>	



図5 児童が作った車の帆の例

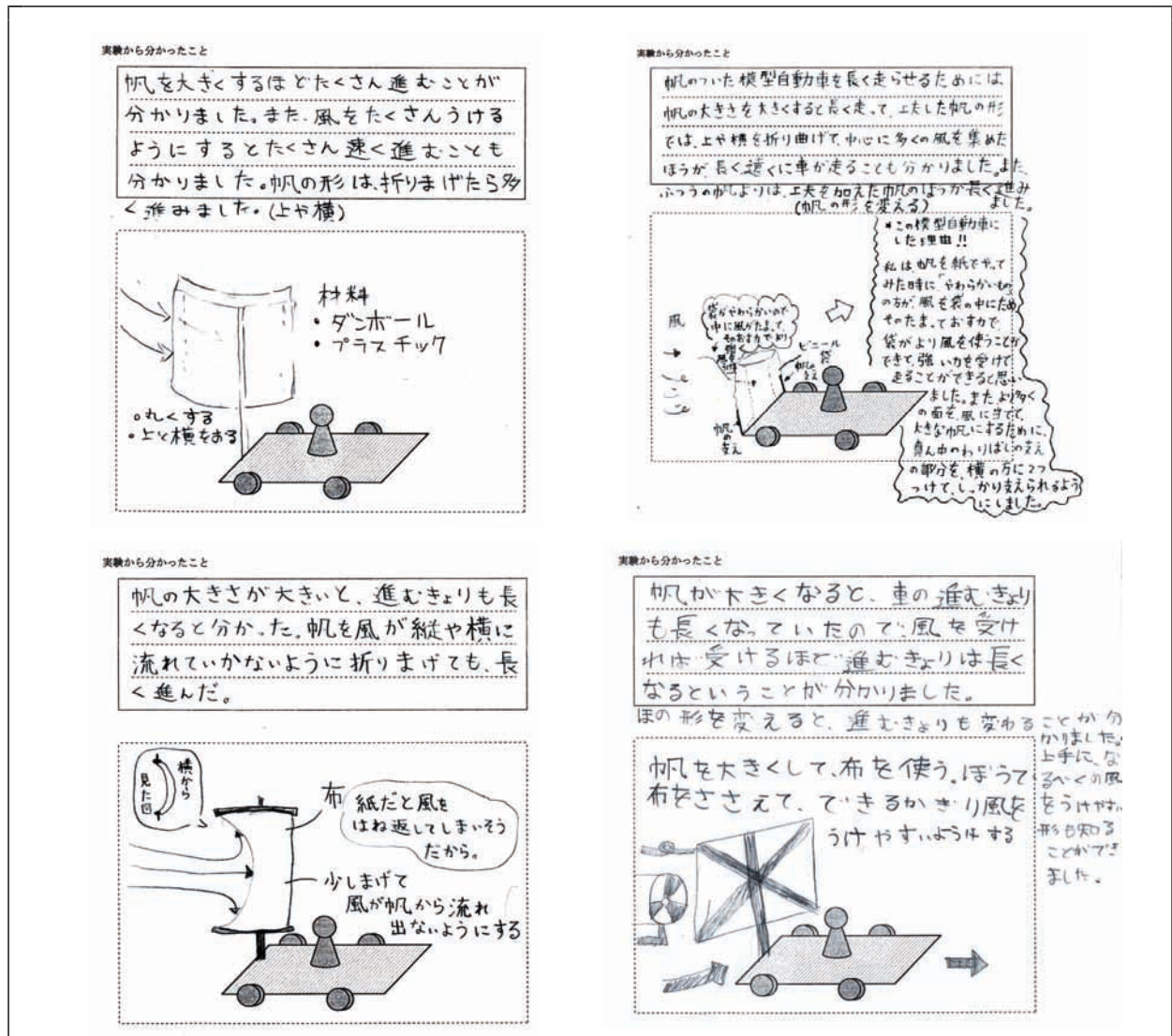


図6 児童が考えた台車の帆の例

④ 児童の感想

- ・帆を大きくすると、距離も長く進むことが分かりました。風を受けるような工夫をすると、速くたくさん進むと思いました。
 - ・横を折り曲げるだけでなく上の方も少し折り曲げると風がその場に集まって長く進む。小さい帆よりも大きい帆の方がよく進む。
 - ・風を帆で囲むようにしたら進む。(理由：風が逃げないから)
 - ・帆を大きくすると風をよく受けて、より進むことが分かった。また、風を逃がさないように曲げると面積は少なくなるけど、少なくならないように少し曲げるとよく進むことが分かった。
- は、筆者が追加

⑤ 授業の様子

帆の形や大きさにより車の進む距離が変化することを、実験結果から明らかにすることができ、児童も十分納得できたようだった。授業の後半、人を乗せた台車を動かすための帆を考える場面では、児童は実験の結果をうまく使って意欲的に帆のアイデアを考えていた。児童が考える帆は様々で、帆船の帆のイメージを取り入れたアイデアなどもあった。

(2) 実践記録2 風のエネルギーを利用しよう（第2次）「風の力で、友達を運ぼう」



① 本時の目標

ヨットカーの帆の製作やヨットカーに乗る活動を通して、風の力とエネルギーを結びつけることができる。

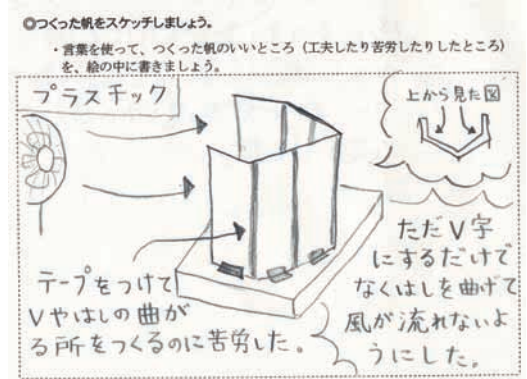
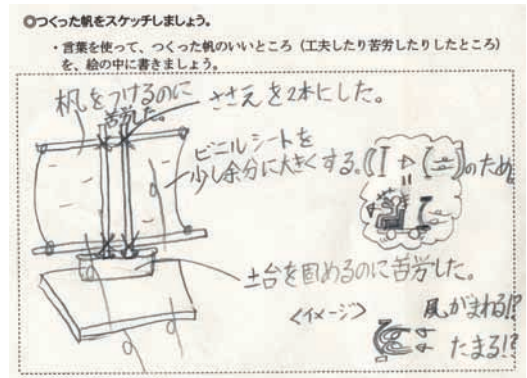
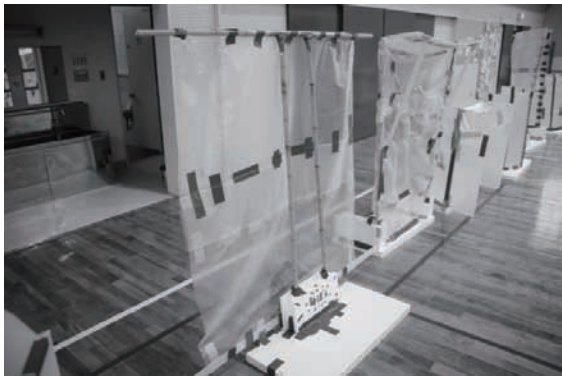
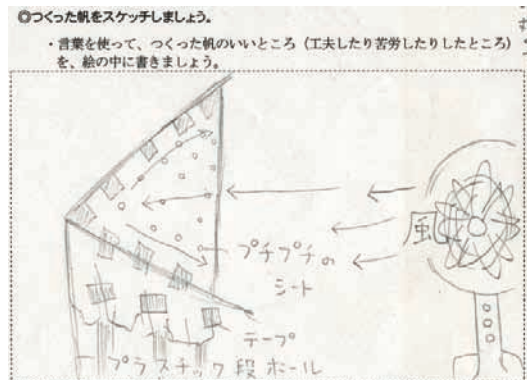
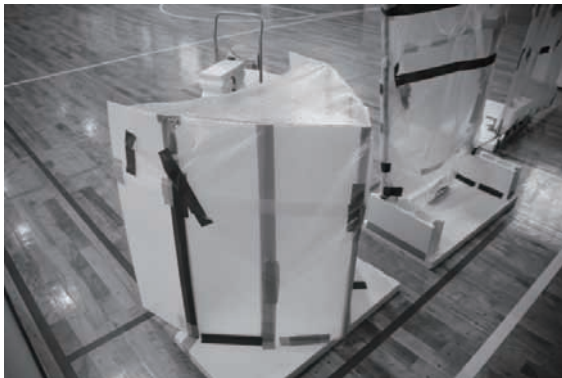
② 準備物

人を乗せる台車（4台）、大型扇風機（2台）、帆の材料（プラスチック段ボール、発泡スチロール板、竹、エアキャップシートなど）

③ 授業の経過

主な学習活動	主な発問と児童のようす	支援（○）と評価（◎）
1 前時の学習を振り返る。	○帆のついた車を遠くまで走らせるには、どのような工夫をしましたか。	○前時に利用したワークシートの内容を確認させる。
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>[風の力を利用する] 人が乗った台車を風の力で動かそう。</p> </div>		
2 台車の帆の形を考える。 *各自のアイデアをもとに、グループで話し合う。 *材料や形を考えて製作する。	○台車が一番よく進むための帆の形を考えよう。 	◎風を利用する方法について考えようとしているか。 ○GTから帆の作り方の事例を聞く。
3 台車に帆を取り付けて走らせる。 *速く走るように、帆の形や大きさなどを改良する。 *工夫した点や改良した点を、絵や文章を使ってワークシートにまとめる。	○台車に帆を付けて走らせよう。 	

<p>4 風のエネルギーの利用について知る。 * G Tから風の利用例について話を聞く。</p>	<p>○風の力を利用した設備や道具を知ろう。</p>	<p>◎風を利用するための工夫に気づいたか。</p>
--	----------------------------	----------------------------



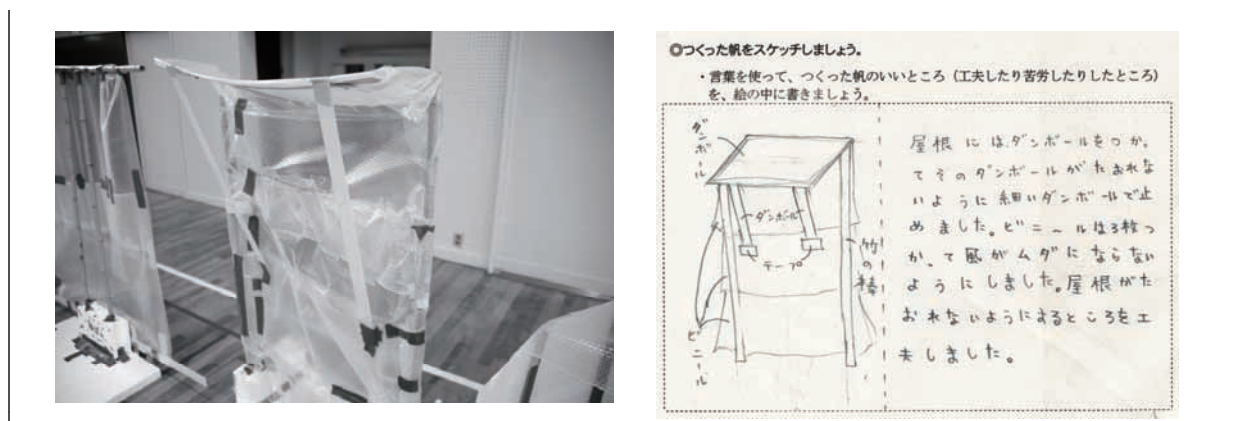


図7 児童が製作した帆とその説明

④ 児童の感想

- ・私は、風で自動車（模型）を走らせてみて、風のエネルギーは受け方によって、大きく十分に使えるか無駄になってしまうということが分かりました。でも、この「風」を使って車を走らせるには、将来、毎日風が吹いていないと車が走らないので不便だと思いました。
- ・風のエネルギーだけで実際に大きな車が動いたのですごかったです。しかも、結構速くてびっくりしました。ぼくは、ブローカートのタイヤに発電機をつけると車も動いて発電もできるので、もっとエネルギーの無駄を少なくできるということを考えました。
- ・風の力で人の乗った台車が動くとは思ってもいなかったので、動いたときはとても驚きました。この技術を車に活かして行って排気ガスが出ない車ができればいいです。この話とは別に風車の騒音が問題になっていると聞いたことがあります。私はずっといいイメージの風車にも問題があると聞き、悪いところとも向き合い、どんどんいいところが増えればいいなと・・・(略)
- ・風で人を乗せて車を動かすなんて無理だと思ったけれど、意外に動いてちゃんと走ったのでびっくりしました。風の力は、けっこう強いんだなと思いました。
- ・僕は今まで風のことなんか考えていませんでした。でも、この授業を受けてとても風って強いエネルギーを持っていることが分かりました。

は、筆者が追加

⑤ 授業の様子

最初、人を乗せた台車が大型扇風機の風の力で動くということを、児童は信じられない様子だったが、自分たちが作った帆で人が乗った台車が動き出すと、どの班でも歓声が上がった。人を乗せた台車を動かすほどの力を風が持っていることに、改めて気づいたようであった。また、どの児童も班中での相談や製作に積極的に取り組み、友達との話し合いの中でお互いに考えを確かめ合ったり、意見を交換したりする場面が多く見られた。

児童の製作した帆は、V字型の帆や帆船の帆をイメージしたものなど様々であった。しかし、どの班も帆の高さを高くしたり、帆の隙間をガムテープで塞いだりして、風を受ける面積を大きくしたり、受けた風を逃がさないようにしたりする工夫がみられた。他にも、帆に当たった風がその後どのように動いていくのか予想しながら、帆の形を改良しようとする班もあった。

4 授業の分析

(1) 第1次について

第1次では、模型の車を使って帆の形や大きさと車が走る距離の関係を調べさせ、風を調節する方

法を児童につかませた。さらに、調べたことを基に「車が遠くまで進む帆」を試行錯誤させることで、各自が理由を持って風の上手な利用について考えることができるようにした。

児童の感想（下線部分）より、帆を大きくする理由や帆に丸みをつける理由を「風」に注目して考えていることが分かる。また、児童が考えた台車の帆のアイデアの例（図6）より、実験で得られた「車が遠くまで進む帆」の条件を満たすように帆が考えられている。

(2) 第2次について

第2次では、大型扇風機の風で人を乗せた台車を動かし、風がもつ力を児童に実感させた。このとき、児童が製作した帆を使うことで、風がもつ力をより身近なものとしてとらえさせるようにした。さらに、帆の改良に取り組みさせることで、風の量や流れを児童に意識させた。

児童の感想（下線部分）より、「風の力や風のエネルギーに驚いた、気づいた」という内容が多く、風の力を大変印象強く実感していることが分かる。また、車の動力や発電など、児童は「風」を使ってできることを考えている。これは「風」に「仕事をする能力」があるとしてとらえたためであると思われる。また、第1次に比べ、第2次の児童の感想には「風のエネルギー」という表現が多く使われるようになった。これにより、この授業は研究の目的である「児童に風をエネルギーとしてとらえさせること」ができたといえる。

(3) 授業全体を通して

第1次の「台車の帆のアイデア」（図6）では、帆の面積を大きくすること、帆にある程度の丸みをつけることで「風をつかまえる」、あるいは「風をためる」と考えている様子が見える。これより、児童は、風のエネルギーを効率よく利用するための考えを持ち始めていることが分かる。さらに、ヨットカーの帆についての説明（図7）では、児童は風を「ためる」「集める」と表現している。これは、量的なイメージをもってエネルギーを考えているためであり、中学校で学習するエネルギーの移り変わりやエネルギーの保存に関する内容につながると考えられる。

また、「他の形の帆でも、もっと進みそうなのでいろいろしてみたい」「これから風のエネルギーの特徴を使った環境に優しいものができるといいな」「私も今までにない新しいエネルギーを見つけてみたいと思いました」という感想があり、児童のエネルギーに対する興味や関心を高めることができたと考えられる。

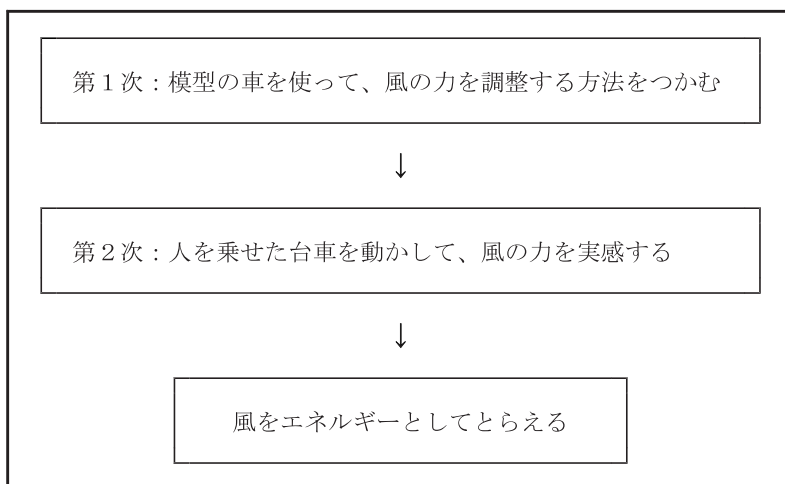


図8 授業の流れ

V 研究のまとめ

1 研究の成果

- (1) アンケート調査により、エネルギーに対する児童の持つイメージは、3年生よりも6年生の方が多様化していることが明らかになった。
- (2) 小・中学校の系統性に配慮した授業として、風をエネルギーとしてとらえさせる授業を提案するこ

とができた。

- (3) 体験的な活動を通して、風をエネルギーのひとつとしてとらえさせることができる教材を作成することができた。
- (4) この教材を使った授業は、体験的な学習活動を通して風をエネルギーとしてとらえさせることに有効であった。

2 今後の課題

- (1) 今回対象とした小学校6年生は、小学校3年生において「風やゴムの働き」の学習を行っていない。そこで今後は、新学習指導要領で追加された「風やゴムの働き」の学習を行った児童を対象に、この授業を実施し検証を行っていきたい。また、この研究の成果を小学校3年生の「風やゴムの働き」の授業に活かしていきたい。
- (2) 児童へのアンケート調査から、「光」「熱」などをエネルギーとしてとらえている児童は少ないと思われる。そこで今後は、体験を通して「光」「熱」などをエネルギーとしてとらえさせる教材および学習指導案の開発に取り組みたい。

3 最後に

研究協力校の坂井市立長畝小学校は、平成21年度エネルギー教育実践校のひとつである。この授業も総合的な学習の時間を利用してエネルギー環境教育のひとつとして実施していただいた。

本研究の実施にあたり、研究協力員の坂井市立長畝小学校の多田敏明先生、坂井市立三国中学校の横山敏史先生には多大な御協力をいただきました。また、ヨットカーの製作では、株式会社 千代田ラフトの小林 希 様より御助言をいただきました。厚くお礼申し上げます。

《参考文献》

- 熊野 義介(2008)『小学校・中学校理科および総合的な学習におけるエネルギー環境教育に関する提言』科教研報（日本科学教育学会）Vol. 23 No. 5 pp. 43-46
- 佐島群巳・高山博之・山下宏文 編著(2009)『教科学習におけるエネルギー環境教育の授業づくり（小学校編）』国土社
- 清水 誠・熊野 義介 編著(2009)『新学習指導要領の指導事例 新中学校理科・重点指導事項の実践開発』明治図書
- 日本教育新聞社(2009)『新学習指導要領を踏まえたこれからのエネルギー教育を考える【第3回】』(<http://www.kyoiku-press.com/modules/smartsection/item.php?itemid=20321>)
- 文部科学省(2008)『小学校学習指導要領解説－理科編－』
- 文部科学省(2008)『中学校学習指導要領解説－理科編－』