

〈物理〉

力のはたらきの理解を深める指導の工夫 ー力のつり合いをイメージさせる教材・教具の作成と活用を通してー

嘉手納町立嘉手納中学校教諭 伊 波 努

I テーマ設定の理由

中学校学習指導要領理科の目標のなかには「目的意識をもって観察、実験などを行い」とある。平成24年度より完全実施される新学習指導要領においても、引き続き観察、実験の必要性を謳っている。

理科の第1分野の内容(1)「身近な物理現象」では、「身近な事物・現象についての観察、実験を通して、光や音の規則性、力の性質について理解させるとともに、これらの事象を日常生活と関連付けて科学的にみる見方や考え方を養う。」とある。

机の上に置いてある物体には重力とつり合う垂直抗力がはたらく。これまでこの力は2力のつり合う条件から理論的に導きだし、その存在を理解させようと指導してきた。しかし、ばねやゴムが物体におよぼす力とは違い、視覚的にとらえにくいので、生徒にとっては理解しにくいことがあった。

そこで、この垂直抗力をイメージさせる教材・教具を作成し活用していくことで、はたらいっている力を視覚的にとらえさせ、理解が深まるであろうと考える。

また生徒は、観察、実験には活発に取り組んでいる。しかし、教師の指示や教科書の示す手順に従って実験操作を行っているだけで、見通しをたてた予想をして、実験に取り組んでいる生徒は少ないように思う。実験のねらいを知ろうとする目的意識がないため実験内容の十分な理解には至っていないのではないかと考える。

実験のねらいに沿うような予想がたてられるように授業展開を工夫すると、目的意識をもって実験に取り組むようになり、生徒の科学的な見方や考え方が育成されるのではないかと考える。

そこで、力のつり合いをイメージさせる教材・教具を作成し、予想をたてやすくなるように工夫した授業のなかで活用すると、生徒の興味・関心が高まり、科学的な見方や考え方を育むことができるのではないかと考え本テーマを設定した。

〈研究仮説〉

力のつり合いをイメージさせる教材・教具を作成し、授業で活用する。さらに、予想をたてやすくするよう授業展開を工夫することにより、力のはたらきについての生徒の興味・関心を高め、理解を深めさせ、科学的な見方や考え方を育むことができるであろう。

II 研究内容

1 実態調査

(1) 目的

アンケートにより、生徒の理科学習や授業に対する関心度や理解度、実験への関心度を把握し、授業設計や研究仮説の検証の基礎資料とする。

(2) 対象及び実施時期

嘉手納町立嘉手納中学校

第1学年 2クラス

男子36人 女子34人 計70人

平成20年11月11日実施

(3) 結果と考察

理科の学習に関する事前アンケートで「理科は好きですか」の問いに対して、「好き」と回答した生徒は全体の35%で、「嫌い」は全体の18%である(図1)。「理科は得意ですか」の問いに対しては「得意」と回答した生徒の多くは「好き」に含まれ「嫌い」と回答した生徒の92%は「苦手」と回答している。

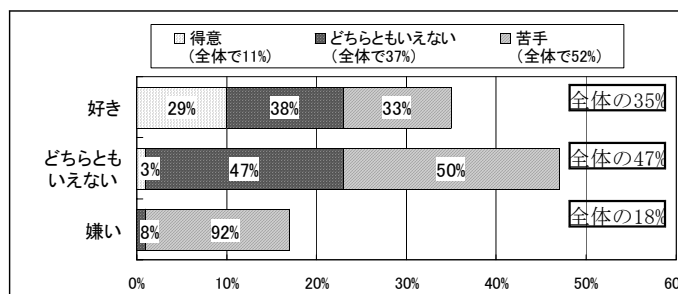


図1 理科の好き・嫌い別の得意・苦手の割合

「理科の授業は楽しいですか」の問いでは、「楽しい」と回答した生徒が全体の50%である。「理科の授業がつまらない」と回答した生徒20%のうち「授業がわからない」と回答している者は72%であり、学習内容を理解できていないことが理科の苦手意識につながっていると考え（図2）。

「理科が楽しい」と回答している生徒が授業のどのような活動で楽しさを感じるかを9項目から複数回答で調べた結果、「実験や観察を行う」91%、「ものづくりをする」74%が多く、実体験することに楽しさを感じているようである。「先生の説明を聞く」44%や「他人の考えを聞く」29%と低くなっている。さらに「自分の考えを発表する」ことに関しては9%と低い数値となっている。

思考をともなう活動は、実体験する活動に比べて楽しいと感じていないように考える（図3）。

「実験観察のどんな場面で楽しいか」を、提示した5項目から複数回答で調べた結果「実験や観察中」88%「グループで協力するとき」62%で実体験する場面が上位をしめる。思考を必要とする「予想をたてる」との回答は21%である（図4）。

また、「実験をおこなう前に予想を立てるか」の質問に対して、「たまに考える」と「全然考えない」と回答した生徒を合わせると62%である（図5）。実験のねらいを理解しようとする目的意識をもった取り組みとはいえ、教師の指示や教科書の示す手順を操作するだけの、実験作業となっていることが多いのではないかと考える。

2 仮説検証の手だて

(1) 手だて

- ① 力のはたらきについて理解を深めるための教具を作成
- ② 力のはたらきについて理解を深めるための掲示物を作成
- ③ 実験に対して予想をたてやすいように授業展開を工夫

(2) 方法

- ① 事前・事後のアンケートの実施と分析
- ② ポストテストの実施と分析
- ③ アンケート形式による生徒からの授業評価と感想の分析

3 素材研究

- (1) 地球が物体を引きつけるイメージのモデルの製作
直径60cm程の円板に地球の写真をはり付ける（写真1）。地球の中心へおもりが引き寄せられることをイメージさせるモデルを使い、物体が地球の中心方向へ引きつけられることを視覚的にとらえさせる（図6）。

材料： ポリスチレン樹脂シート、PP厚板シート、磁石、釘

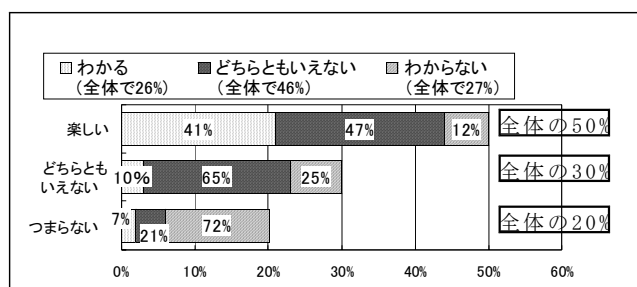


図2 授業の楽しさと生徒の理解度

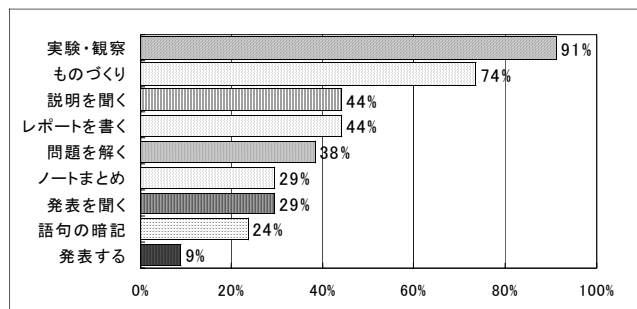


図3 理科の授業のときどのような活動で楽しいか(複数回答)

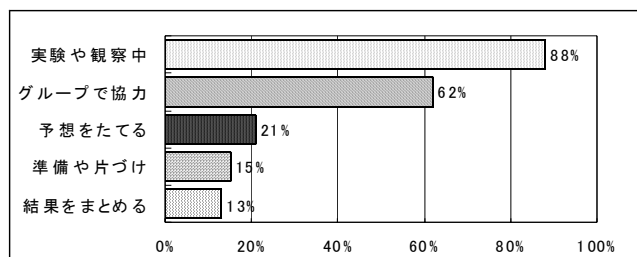


図4 実験観察のときどんな場面で楽しいか(複数回答)

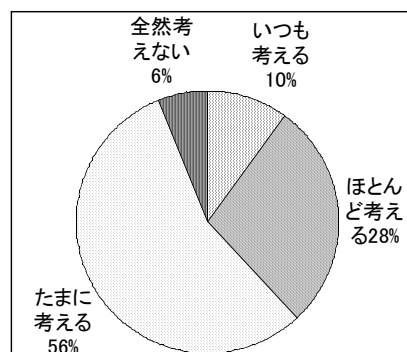


図5 実験前に予想をたてるか

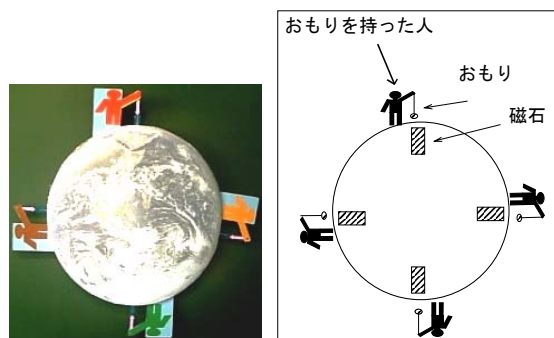


写真1 地球のモデル(表) 図6 地球のモデル(裏)

(2) おもりの重さとばねの伸びの理解を助ける工夫

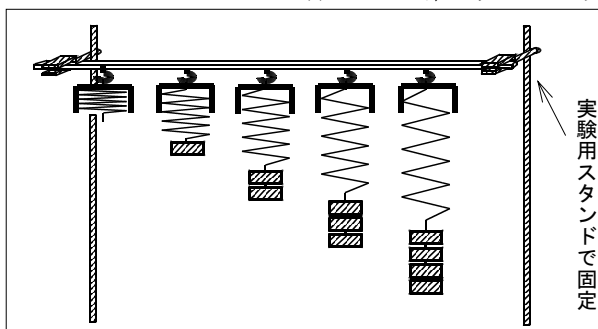


図7 ばねを並べた器具

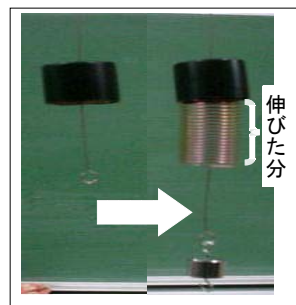


写真2

フィルムケースをかぶせたばね

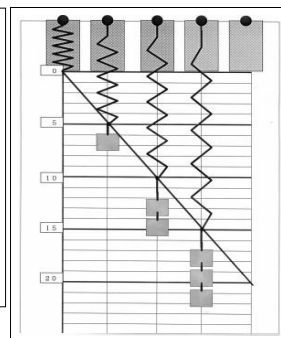


図8 記録用紙

おもりの重さに比例して、ばねが伸びる様子を視覚的にとらえさせるために器具を製作した。5つのばねを並べることで、おもりの重さとばねの伸びを比較しやすくした(図7)。

ばねの伸びが一目でわかるように、つり下げたバネのそれぞれに、フィルムケースを加工したもののかぶせ、おもりをつり下げる前のばねをかくし、ばねの伸びた分が視覚的にとらえやすくなるようにした(写真2)。それに合わせて、ばねの伸びに着目して記入できるように、記録用紙を作成した(図8)。

材料：ばね、フィルムケース、角材(150cm)、フック

(3) はり金やヒモが引く力を表すモデルの製作

針金におもりをつるしたとき、おもりにとはたらく重力とつり合う、針金が引く力がはたらく。この力を視覚的にとらえさせるために製作した(写真3)。生徒の発達段階を考慮し、この力をとらえさせるために、針金やヒモを小さな粒の集まりで表した。力が加わるとわずかに伸び、この粒が元の形に戻ろうとすることで、引く力をとらえやすくするよう工夫した。

材料：洗車用円形スポンジ(中を丸くくり抜く)、接着剤

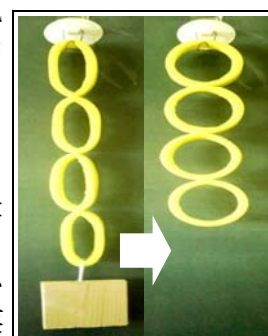


写真3 はり金が引く力

(4) 台が押し上げる力を表すモデルの製作

台上に物体をのせると、物体にかかる重力とつり合う、台が物体を押し上げる力がはたらく。この力を視覚的にとらえさせるために製作した(写真4)。生徒の発達段階を考慮し、この力をとらえさせるため、台を粒の集まりとした。物体を台上に置くとほんの少しであるが台は押し縮められ、このとき台をつくっている粒がもとの状態にも戻ろうとすることで、物体を押し上げる力をとらえやすくするよう工夫した。

材料：球形スポンジ(φ6.5cm)、段ボール箱、透明プラスチック板、

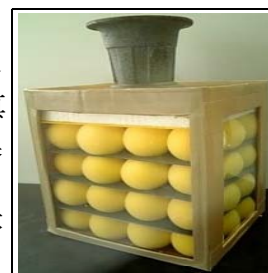


写真4 台が押し上げる力

(5) 2力のつり合いの条件を調べる演示実験器具の製作

2力のつり合いの条件を調べる実験を生徒から見やすいように教壇に立てかけて、演示しながら説明をするためこの教具を製作した(図9)。

はたらいっている力の説明をしたあと、固定しているピンを抜くと、力が加わる物体は動きだし、2力のつり合いの条件を確認できる。左右に下げたのおもりではたらいっている力の大きさを視覚的にとらえさせる。また、力が加わる物体の形を代えて、つり合いの条件を確認できる。

(写真5)。

材料：ベニヤ板(厚さ1.2cm

80cm×100cm)、プーリー(φ5cm)、たこ糸、

フック、木製立方体(6cm×3)、ハトメ、プラスチックボード、ネジφ4mm

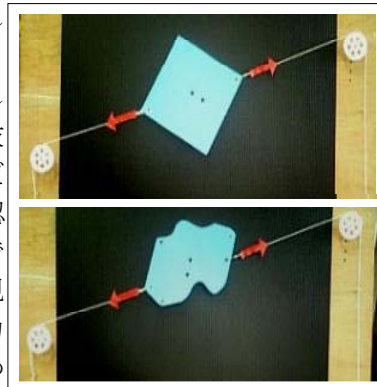


写真5 固定したピンを抜いた状態

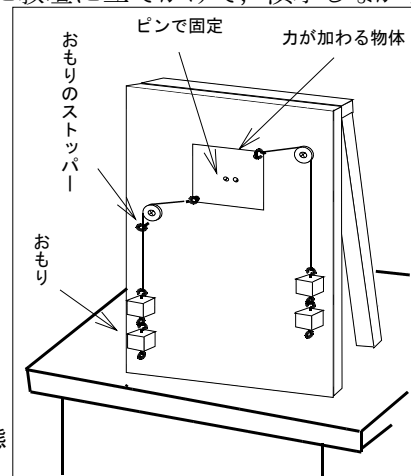


図9 演示実験器具

(6) 垂直抗力を視覚的にとらえやすくする教具の製作

垂直抗力を視覚的にとらえさせるため教具を製作した。物体を教具の上に載せると箱の中から矢印をかたどったボードが現れる(写真8)。

アナログ式上皿ばかりの内部部品を利用し、力が加わると下から上に矢印のボードが持ち上がるように工夫した(図10, 11)。

材料：アナログ式上皿ばかり、

箱(13×20×20cm)、

針金、PP厚板シート、プラスチックボード、

塩ビジョイナー材、ねじ($\phi 3\text{mm}$, $\phi 4\text{mm}$)



写真8 物体を載せた状態

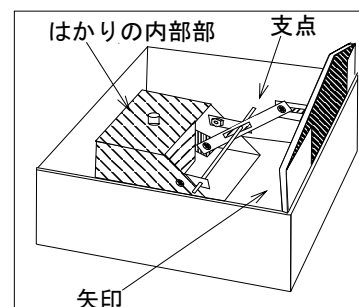


図10 教具の構造

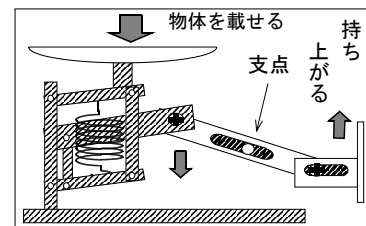


図11 持ち上がる仕組み

(7) 力のはたらきの理解を深める掲示物の作成

おもりや本を地球が引く力(重力)とつり合う上向きの力をイメージさせるため掲示物を作成した。ばねにおもりを下げた図から始まり、段階的に理解できるように掲示物を並べることで、上向きにかかる力を、自然にイメージするよう工夫した(図12)。

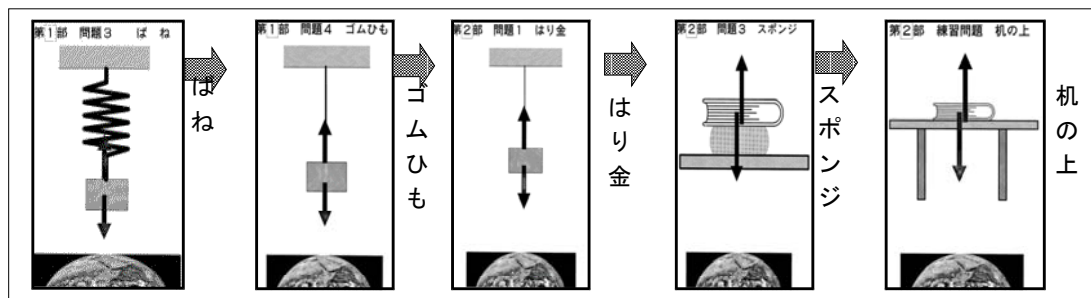


図12 段階的に理解できるように作成した掲示物

Ⅲ 指導の実際

1 単元名「身のまわりの現象 いろいろな力の世界」

2 単元設定の理由

(1) 教材観

中学校学習指導要領理科には「身近な事物・現象についての観察、実験を通して、光や音の規則性、力の性質について理解させるとともに、これらの事象を日常生活と関連付けて科学的にみる見方や考え方を養う。」とある。光や音、力など身近な活にある物理現象に直接ふれる楽しさやおもしろさを、観察、実験を通して体験させ、興味・関心を高め、意欲的に調べる能力や態度の育成を図ることをねらいとしている。

力は私たちの生活に深い関わりを持つ現象である。力の基本的な性質の学習には、「はなれていてはたらく力」「静止している物体にはたらく力」「垂直抗力」「摩擦力」「圧力」などがあるが、目に見えない力の存在をイメージし、正しく理解することは難しいことであろう。

ここでは、力の基礎的な性質やそのはたらきを理解させ、力の量的な見方の基礎を養うとともに力と圧力に関して科学的に考察する能力や見方を養うことをねらいに設定する。

(2) 生徒観

アンケートの結果では物体が落下する理由に「重力」という語句を用いている生徒は半数いたが、「重力」と「地球が引く力」であることを結びつけていると思われる記述は1/3に満たない。これまでの学習のなかでも、地球の重力により物体が落下する現象を疑問視する生徒はいないが、このような身のまわりでおこる現象と学習した内容を理解し、結びつけることができる生徒は少ないように思われた。

また、理科の学習において実験や観察などの活動には興味・関心は高いが、学習内容の十分な理

(3) 指導觀

次に、教具や掲示物を活用することで、これまで2力のつり合う条件から理論的に認識させていた垂直抗力を視覚的にとらえさせ、興味・関心を高め、理解を深めさせたい。

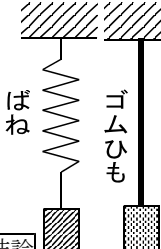
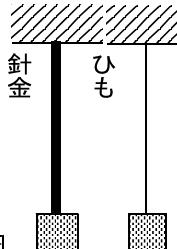
また、実験のねらいに沿った予想がしやすくなるように結果を選択肢から選び、予想する理由を発表させたり、討論することで、論理的な深まりが期待され、科学的な見方や考え方が育まれていくであろう。

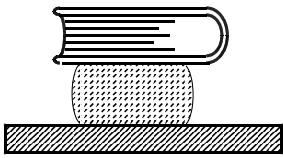
物体に力をはたらかせる観察、実験を行い、はたらく力の原理や、力がつり合うときの条件を見いだすとともに、圧力についての実験結果などから、圧力は力の大きさと面積に関係があること、大気圧は空気の重さによって生じることを理解して、これらの事象を日常生活と関連付けて科学的な見方や考え方を養う。

関心・意欲・態度	思考・判断	技能・表現	知識・理解
ア 身のまわりに見られる力と関係がある現象について進んで調べようとする。	ア おもりとばねの伸びとの関係から伸びがどのようなになるか推論できる。	ア 力を矢印で表すことができる。	ア 力の原理について説明できる。
イ 力の大きさや向きを図で表す方法について、自分の考えを発表しようとする。	イ 強く伸びていないように見えるばねの伸びを推論できる。	イ 力の大きさとばねの伸びの関係を調べ結果をまとめることができる。	イ 地球上の物体にかかる重力や、重さと重力の関係について説明できる。
ウ 面に力がはたらくときの効果について身のまわりの現象と結びつけて発表しようとする。	ウ 糸や針金の目に見えないほどの伸びを推論できる。	ウ ふれあう面積が異なるときに、力を受ける物体の変形を一定にする方法について調べ、結果をまとめることができる。	ウ 質量と重さとの関係について説明できる。
	エ 机の上に本を置くと重力とつり合う力が机からはたらくことを推論できる。		エ 物体にはたらく重力を表す方法について説明できる。
	オ 物体に力がはたらくときの物体の変化のようすについて、分類する基準を見いだすことができる。		オ 1 Nという力の大きさを説明できる。
	カ 空気に重さがあることから、大気中にも圧力があることを推論できる。	エ 面を垂直におす力と力がはたらく面積から圧力を求めることができる。	カ 摩擦力とはどのような力なのか説明できる。
			キ 圧力とはどのようなものかを説明できる。

【関】 関心・意欲・態度 【思】 思考・判断 【技】 技能・表現 【知】 知識・理解

4-5

	1	万有引力と質量	万有引力(重力)と質量についての理解を深めさせる。	〔説明文〕 『万有引力(重力)と質量(重さ)』			イ ウ 発表 発表 行動観察	地球のモデル 月のモデル 掲示物
	1	力の矢印の書き方	おもりにかかる地球の引力とつり合う、ばねやゴムひもの引く力に気づかせ、それぞれの力を矢印で表せるようにする。	〔問題3〕ばねにぶらさげたおもりに はたらく力を矢印で書く。 意見を出す→予想→討論 〔定義〕【力の矢印の書き方】 〔問題4〕ゴムひもに下げたおもりに はたらく力を矢印で書く。 意見を出す→予想→討論→実験→結論		イ エ ア	ワークシート 発表 ワークシート	ばね おもり 固定スタンド ゴムひも 掲示物
	1	おもりの重さとばねの伸びの関係	ばねの伸びと力の大きさに関係があるか調べさせ、その法則性を見つけ出させる。	〔問題5〕おもりの重さを2倍にすると、ばねの伸びはどうか。 予想→討論→実験(検証) 〔問題6〕おもりの重さを3倍にすると、ばねの伸びはどうか。 予想→討論→実験(検証) 〔問題7〕おもりの重さとばねの伸びの関係のグラフを書く。 〔説明文〕『ばねの伸びと引く力との関係』 〔言葉の定義〕【「g分の力」「g力」】 〔練習問題1〕バネに加わる力が2倍、3倍になったときの力の矢印を書く。		ア イ	発表 ワークシート	ばね おもり 紙テープ
	1	いろいろなばねとその性質	ばねの伸びと力の関係から目に見えないほどの変化を考えさせる。	〔練習問題2〕おもりの重さを 1/2, 1/10, 1/100 にするとばねの伸びはどうか。 予想→討論→実験(検証) 〔問題8〕伸びていないように見える頑丈なばねでも少しは伸びているのか。 予想→討論→判定 〔説明文〕『いろいろなばねとその性質』		イ	発表	ばね おもり 紙テープ 頑丈なばね
ふつうのものとばね	1	伸び縮みしにくいもの	針金や糸など伸び縮みしにくいものにおもりを下げたときおもりに はたらく力を矢印で表現できるようにさせる。	〔問題1〕針金につりさげたおもりに はたらく力の矢印を書く 意見を出す→予想→討論→判定 〔説明文〕『ふつうのものとばね』 〔問題2〕ひもにつりさげたおもりに はたらく力の矢印を書く。 意見を出す→予想→討論→判定 〔質問1〕おもりをつりさげると針金はどのくらい伸びるのだろうか。		ウ	ワークシート 発表	はりがね ひも おもり 固定スタンド 掲示物
	1	机のはねかえす力	机の上に置いた本にかかる重力とつり合う力を力について、はたらいっている2つの力を矢印で表現する。	〔問題3〕スポンジの上に載っている本にはたらく力の矢印を書く。 意見を出す→予想→討論→判定 〔研究問題1〕クリップと磁石の間に紙などをはさむと、クリップは下に落ちるか。 予想→討論→実験(検証) 〔説明文〕 『磁石の引力と地球の引力』 〔練習問題1〕机の上ののっている本にはたらく力の矢印を書く。 意見を出す→予想→討論→判定 〔説明文〕『机のはねかえす力』		エ	ワークシート 発表	スポンジ 本 掲示物

端子		教師の活動	生徒の活動	判断	補助	結合子
時間	フローチャート	教師の活動	生徒の活動	下位	備考・評価	
導入 7分	はじめ					
	1 質問 1・2	1 前時までをふりかえる。 【質問 1】 ① 地球の引力はどこから矢印を書くか？ ② そのほかの力はどこから矢印を書くか？ 【質問 2】 矢印の説明はどのように表現するか？	2 【質問 1 に答える】 ① 「地球の引力は中心から書く」 ② 「ほかの力は力が加えられるところから書く」 【質問 2 に答える】 「～が～を○力」で書く		掲示物	
	2 発表					
展開① 15分	3 説明・掲示	3 【質問 1・2 の説明】 これまでの資料を掲示 〔問題 3〕を読む				ワークシート
	4 発問	4 問い スポンジの上に置いてある本にはたらく力を矢印で表せるか				
	5 予想		5 【予想の記入】 ワークシートに赤鉛筆で記入	⑨ _R		
	6 発表		6 【発表する】 指名された生徒は黒板に書く	⑧ _R		
	7 予想集計・発表指示			⑦		
	8 理由の発表	7 【人数確認】 考えの近いものに挙手させ人数を確認 ○人数の少ない意見から発表させる。	8 【発表する】 予想した理由を発表する	⑥		
	9 討論	○問題 3 の判定は研究問題 1 を終えてから 〔研究問題 1〕を読む	9 【討論する】 矢印の長さ、本数、書く位置などに着目する			ワークシート
	10 発問	10 クリップと磁石の間に紙などをはさむとクリップはどうなるか				
	11 予想		11 【予想の記入】 ワークシートに予想を記入する。	⑤	磁石 クリップ 固定スタンド 白紙 プラスチック下敷き 十円玉	
展開② 10分	12 予想集計・発表指示	12 【人数確認】 挙手をさせ人数を確認				
	13 演示実験	13 【演示実験】で結果を確認				
	14 説明	14 〔説明文〕『磁石の引力と地球の引力』について				
展開③ 13分	15 評価	15 【評価】 〔問題 3〕を解答する。	力の矢印〈チェックポイント〉 1 下向きの矢印が書いてある。 2 物体の真ん中から書きはじめている。 3 上向きの矢印が書いてある。 4 ふれ合う面から書きはじめている。 5 上下同じ長さに書いてある。			
	16 補足	16 【補足】 掲示物で書き方を確認 〔練習問題 1〕を読む				
	17 発問	17 問い 机の上に置いている本にはたらく力を矢印で表せるか				
	18 予想		18 【予想の記入】 ワークシートに赤鉛筆で記入	④		
	①			③		
				②		

まとめ 5分	19 発表 20 予想集計・発表指示 21 理由の発表 22 討論 23 説明 24 評価 25 補 26 記入 おわり	20 【人数確認】 考えの近いものに挙手させ 人数を確認 23 【説明文】『机のはねかえす力』について 【教具を提示】①、② イメージをふくらませる。 24 【評価】 〔練習問題1〕を解答する 結果を掲示物ではる。 25 【補足】 掲示物で確認させる。	19 【発表する】 指名された生徒は黒板 に書く。 21 【発表する】 予想した理由を発表する 22 【討論する】 他の意見を聞き、自分の 考えを発表する。 26 【記入】 ワークシートに今日の授業評価 を記入	① 教具①、② 《思考・判断》 エ 机の上 に本を置く と重力とつ り合う力が 机からはた らくことを 推論でき る。
-------------------	---	--	---	--

7 仮説の検証

(1) 力のはたらきにおいて、生徒の興味・関心が高まり、理解を深めさせることができたか

事前のアンケート結果では学習内容の理解が不十分であることが理科への苦手意識につながっていた。事後のアンケートにおいて「授業はわかりましたか」の問に対して、「わかる」と回答した生徒は、「授業が楽しい」と回答した生徒の中では事前41%から事後76%と増加、「どちらともいえない」と回答した生徒の中では事前10%から事後48%、「授業はつまらない」と回答した生徒の中では事前7%から事後34%とそれぞれにおいて増加が見られた。「わからない」と回答した生徒は、「授業が楽しい」と回答した生徒の中では事前12%から事後0%、「どちらともいえない」と回答した生徒の中では事前25%から事後4%、「授業つまらない」と回答した生徒の中では事前72%から事後33%とそれぞれにおいて減少が見られた(図13)。

これらにより、授業内容の理解が深まったと考える。

「作成した教具や掲示物が学習内容の理解に役立つか」のアンケートでは、掲示物については81%、教具については74%の生徒が「わかりやすかった」と回答している(図14)。

事前アンケートでは「予想をたてる」ことに楽しいと回答した生徒は21%であったが、事

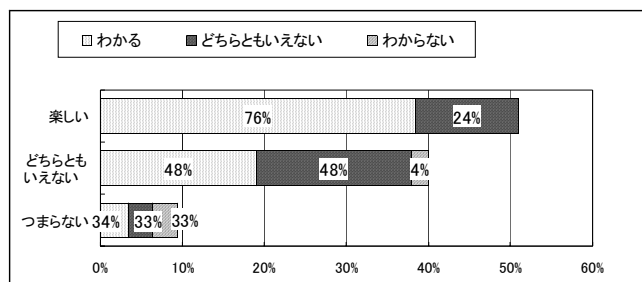


図13 授業の楽しさと生徒の理解度(事後)

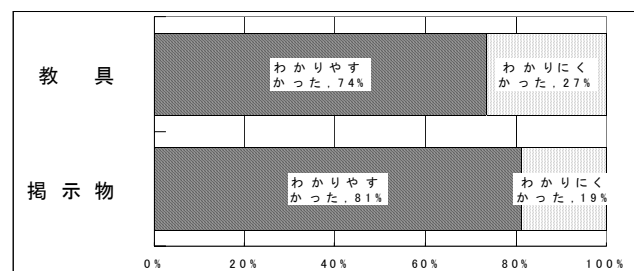


図14 教具・掲示物は理解しやすかったか

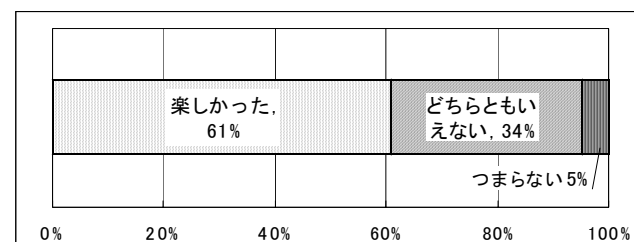


図15 予想が当たっているかを確かめる実験は楽しいですか

後アンケートの「予想が当たっているかを確かめる実験」には61%の生徒が「楽しかった」と回答している（図15）。

また、「結果を予想することで授業が楽しくなったか」の問いに対して、「自分の予想が当たっていると、他のことも知りたくなった」「どんな結果になるか楽しみ」「予想したのと違ったり、当たったりしておもしろかった」などの記述が見られ、興味・関心が高まっていると考える。

これらの調査結果から、今回作成した教材・教具を活用たの授業展開は、力のはたらきについて、生徒の興味・関心を高めるのに有効であったと考える。

(2) 力のはたらきについて、科学的な見方や考え方を育むことができたか

事前アンケートによると、「実験をおこなう前に予想を立てるか」の問いに対しては、「たまに考える」、「全然考えない」と回答した生徒は合わせて62%であった。

予想を選択式にしたことについて、事後アンケートの結果では、80%の生徒が「予想しやすくなった」と回答している（図16）。

また、「実験の前に意見を发表或し他人の考えを聞いたりすることで予想しやすくなったか」の問いに対して、67%が「予想しやすくなった」と回答しており、「人の意見を聞き、なるほどと思った」、「自分とちがう意見もあって、予想範囲が広がった」などの記述がみられた。これは、多くの生徒が実験前に予想をするようになっただけでなく、他者の意見を取りいれたり、比較するなど予想そのものに深化がみられたと考える。

机の上に置かれている本にかかる力については、69%の生徒が「イメージできる」と回答している（図17）。授業後におこなった学習内容の理解や定着を調べる事後テストでも「矢印が上下に書ける」生徒は69%になった

（図18）。力を図で表して考えるという科学的な方法が身に付きつつあると考える。

これらの調査結果から、今回作成した教材・教具を活用しての授業展開は、力のはたらきについて、科学的な見方や考え方を育むことに有効であったと考える。

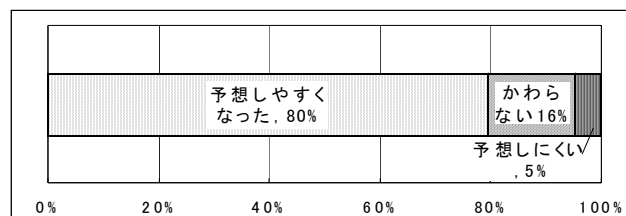


図16 予想を選択肢方式にすると

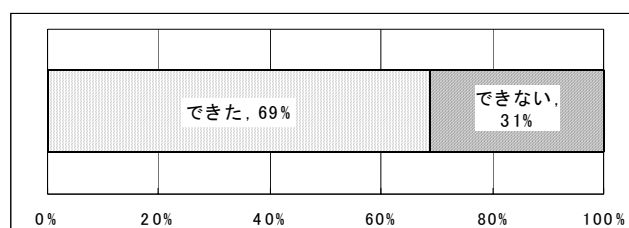


図17 机の上に置かれている本にかかる力はイメージできたか

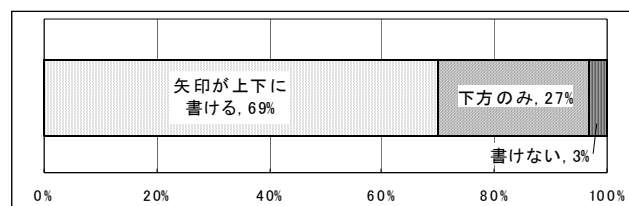


図18 机の上に置かれている本にかかる力を書く(プレテスト)

IV まとめと今後の課題

1 まとめ

- (1) 作成した教材・教具を授業で活用することと、予想をたてさせる学習指導の工夫をおこなうことで、生徒の興味・関心が高まり、科学的な見方や考え方を育むことができた。
- (2) 検証授業後に教具の改良をおこなうことができた。また、新たな視点で教具を製作することができた。

2 課題

- (1) 他の分野においての、予想をたてさせるように工夫した授業計画
- (2) 作成した教具の活用と改良

〈主な参考文献〉

文部科学省 2008 『中学校学習指導要領』 文部科学省
竹下美紀子・出口陽正 1990 授業書〈ばねと力〉と私の仮説実験授業 キリン館
板倉聖宣 1969 『科学と方法』 季節社