
算数・数学実験を取り入れた算数・数学教材の開発

伊藤昭夫¹, 五十嵐淳², 西村謙一¹, 弘田達夫¹, 福島洋平², 細川吉彦¹

Development of Teaching Materials of Mathematics Taking in the Mathematical Inspection

Akio ITO, Jun IGARASHI, Ken-ichi NISHIMURA, Tatsuo HIROTA
Yohei FUKUSHIMA, Yoshihiko HOSOKAWA

1. 序論

近年, 子どもたちの理数科離れ・理工系離れ¹⁾が深刻な問題となっている. この社会現象の背景には, 「数学を何故学習するのか」, 或いは, 「数学が何の役に立つのか」という子どもたちが学習を進めていく上で, 最も重要な疑問に対して数学教育に携わる我々が答えてこなかったことが大きな原因の 1 つであると考えられる.

実際, 現在までに実践されてきた数学教育では知的な営みの部分があまりにも強調されすぎて, 子どもたちが学習の過程で獲得してきた知識や理論を活用する場面が少なかったように思われる.

そのような状況の下, 近畿大学工学部教職課程数学コースでは算数・数学実験などの工学的要素²⁾を取り入れた算数・数学の教材開発とそれを活用した算数・数学的体験活動³⁾ (算数・数学の授業の新しい形態の 1 つ) の実践に取り組んで

1. 近畿大学工学部電子情報工学科

Department of Electronic Engineering and Computer Science
School of Engineering, Kinki University

2. 近畿大学工学部システムデザイン工学科

Department of System Design Engineering
School of Engineering, Kinki University

いる。

そこで、本論文では「平成 16 年度高美が丘数理科学教室」（東広島市立高美が丘小学校との連携）や平成 17 年度サイエンス・パートナーシップ・プログラム（略して、SPP）事業「研究者招へい講座」（山陽女学園中等部との連携）で利用した教材の紹介と高美が丘小学校との連携による授業実践によって得られた結果について報告する。

さらに、平成 16 年度に開講された「数学科教育法Ⅱ」で学生が作成した教材とその指導案を提示する。

2. 密度を利用した教材の開発

本節では、「平成 16 年度高美が丘数理科学教室」と平成 17 年度 SPP 事業「研究者招へい講座」で利用した密度の教材を提案する。

2. 1. 単元名

液体タワーを作ろう！

2. 2. 単元設定の理由

2. 2. 1. 単元観

日常生活の中には様々な現象が存在している。例えば、食器洗いの際、よく観察してみると油は水の上に浮いている。このように普段は何気なく眺めている現象に対して数理科学的な目を向けてみると、必ず「何故、油は水に浮くのだろうか？」という素朴な疑問が生じるであろう。そして、この現象は「油の密度は水の密度よりも小さい」と「油は水と混ざらない」という 2 つの事実を利用すればほぼ説明できる。

ところが、「密度」は物性の中でも最も基本的な量の 1 つであるにもかかわらず、現行の学習指導要領では「密度」に対しては深く考察しないことになっている。その一方で、「密度はどのようにすれば計測できるのだろうか？」という新しい疑問が生じる。

そこで、本単元では「密度」を「単位あたりの量（ 1cm^3 あたりの物質の質量）」の 1 つとして考え、算数・数学教材の中で取り扱うこととした。

実際、本教材では 4 つの液体を利用して液体タワーを作成するだけでなく、様々な物質の密度を測定する算数・数学実験などを取り入れた算数・数学的体験活動を通して、「密度」を体験できるよう工夫している。

2. 2. 2. 指導観

本教材を用いて授業する際、最も重要なことは、子どもたちが失敗を恐れず積極的に実験に取り組めるような環境を整備することである。そして、失敗した場合には、その原因を追求する姿勢を育成することである。

また、4 つの液体を利用して 4 つの液層を作り出そうとする際、可能性として

は 24 通りの順序が考えられる。まず、そのデータ（一覧表）を作成し、そのデータを利用して如何に問題を解決していくかを考察させることも重要である。この活動によって、見通しを立ててデータを作成することの重要性を認識させなければならない。

次に、「密度」の定義を理解させる。そして、「密度」を計算で求めるためには物体の体積と質量の 2 つのデータをまず獲得しなければならないことに気づかせる。特に、釘・ pasta・スーパーボール（破片）・コーヒー豆のように生徒が今まで学習してきた知識（立体の体積の求め方）では測定できない（計算で求めることができない）立体の体積を求めるにはどのような測り方をすればよいのかをグループ毎に話し合わせることでコミュニケーション能力の育成を図る。

2. 3. 単元の目標

- ①物質の密度について理解する。
- ②実験機材の使用方法を正しく理解する。
- ③複雑（計算で体積を求めることができないという意味）な立体の体積を求めることができる。
- ④場合の数（順列）を理解する。
- ⑤液体タワーに潜む自然現象について考察する態度を育成する。

2. 4. 指導の計画（全 2 時間）

時間数	学習内容	
1	液体タワーの作成	①ハチミツ・蒸留水・サラダ油・消毒用エタノールを用いて液体の 4 つの液層を作成する。 ②密度について理解する。 ③順列について理解する。
1	密度の測定	①コーヒー豆・ pasta・クギ・スーパーボールの破片の体積と質量を測定する。 ②①で得られたデータを利用して、それぞれの物質の密度を求める。 ③それぞれの物質を第 1 時で作成した液体タワーに沈める。 ④③で観察された現象と密度との関係について考察する。

2. 5. 第 1 時の展開

2. 5. 1. 本時の目標

- ①4 つの液体（ハチミツ・蒸留水・サラダ油・消毒用エタノール）を利用して、液体タワーを作成することができる。

- ②密度の定義を理解するとともに, 4つの液体の密度を求めることができる.
- ③液体の順序と密度との間にある関係に気づくことができる.
- ④順列について理解する.

2. 5. 2. 準備物

生徒: 筆記用具

教師: 配布プリント, ハチミツ, 蒸留水, サラダ油, 消毒用エタノール,
ピーカー, 電子はかり, 広口ポット

2. 5. 3. 展開

主題	時間	生徒の学習活動	指導上の留意点
導入	5分	<ul style="list-style-type: none"> ・5人1組のグループに分かれる. ・プリントを受け取る. ・本時の目標を理解するとともに, ピーカーにハチミツ・蒸留水・サラダ油・消毒用エタノールを適量注ぐ. 	<ul style="list-style-type: none"> ・グループに分かれているかどうか確認する. ・生徒全員がプリントを受け取っているか確認する. ・生徒が説明を理解しているか確認する.
展開	50分	<ul style="list-style-type: none"> ・4つの液体を広口ポットに注いでいく順番が何通りあるのかを表に列記する. ・場合の数の1つの考え方である順列について理解するとともに, 計算で求める利点について考察する. ・表を利用して, 液体タワーを作成する. ・4つの液体の体積と質量を測定する. 	<ul style="list-style-type: none"> ・24通り抽出できているかを机間指導で確認する. ・順列の考え方を指導するとともに, 場合の数を計算で求める利点について強調する. ・生徒が失敗を恐れないような環境を整備する. ・しっかり実験に取り組んでいるかどうか確

		<ul style="list-style-type: none"> ・試行錯誤を繰り返しながら、液体タワーを作成する。 ・「密度」の考え方を理解するとともに、4つの液体の密度を求める。 (密度) = (質量) / (体積) 	<p>認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「密度」の考え方を理解させるとともに、具体的な問題(4つの液体の密度を求める)が解決できているかどうかを机間指導で確認する。
まとめ	5分	<ul style="list-style-type: none"> ・液体タワーに現れる液体の順序と密度の大きさに着目し、その間にある関係を考察する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・液体タワーに現れる液体の下から順序は密度の大きい液体の順序と一致していることに気づかせる。

2. 6. 第2時の展開

2. 6. 1. 本時の目標

- ①様々な物体の体積と質量を測定し、そのデータを利用して密度を求めることができる。
- ②複雑な立体の体積を算数・数学実験を工夫することによって求めることができる。
- ③液体タワー内で観察された現象を密度の考え方をういて説明することができる。

2. 6. 2. 準備物

生徒：液体タワー、配布プリント、筆記用具

教師：ピーカー、電子はかり、メスシリンダー、コーヒー豆、パスタ、釘、スーパーボール、ハチミツ、蒸留水、サラダ油、消毒用エタノール

2. 6. 3. 展開

主題	時間	生徒の学習活動	指導上の留意点
導入	5分	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の目標を理解するとともに、メスシリンダー、コーヒー豆、パスタ、釘、スーパーボール、電子はかり、ハチミツ、蒸留水、サラダ油、消毒用エタノールを受け取る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・すべてのグループに実験道具が行き渡っているかを確認する。

展開	40分	<ul style="list-style-type: none"> ・グループ毎に話し合いながら, 4つの物体(コーヒー豆・パスタ・釘・スーパーボール)の体積と質量を測定する. ・獲得したデータを用いて, 4つの物体の密度を計算で求める. ・4つの物体の密度から, 液体タワーに物体を沈めたらどうなるかを予想させる. ・実際に4つの物体を液体タワーに沈め, 予想と結果を比較させる. 	<ul style="list-style-type: none"> ・安全に配慮しながら実験しているかどうかを確認する. ・明らかに測定結果が間違えていると判断される場合には再度データを取り直すよう指導する. ・第1時で学習した密度の定義式を用いて, 4つの物体の密度を計算で求めることができるかどうかを机間指導で確認する. ・第1時の考察をもとに, 4つの物体を実際に沈める前に現象の予想を立てさせる.
まとめ	15分	<ul style="list-style-type: none"> ・物体の浮き沈みには「密度」が密接に関連していることを認識する. ・「密度」で説明できるような現象を身の回りから見つけ出す. 	

2. 7. 配布資料

本節では, 山陽女学園中等部との連携による平成17年度SPP事業「研究者招へい講座」における「第1回実験数学」で配布した資料を提示する.

2. 7. 1. 4つの液体

4つの液体(水・ハチミツ・サラダ油・消毒用エタノール)を液面が乱れないようにゆっくりと静かに注ぐと4つの液体の層(液層)を作り出すことが出来

る。どのような順序で注げばよいでしょうか。

② その前に考えてみよう！

4つの液体を注ぐ順番は全部で何通り？

	1 番目 (1 番下)	2 番目	3 番目	4 番目 (1 番上)
1	ハチミツ	蒸留水	消毒用エタノール	サラダ油
2	ハチミツ	蒸留水	サラダ油	消毒用エタノール
3	ハチミツ	消毒用エタノール	蒸留水	サラダ油
4	ハチミツ	消毒用エタノール	サラダ油	蒸留水
5	ハチミツ	サラダ油	蒸留水	消毒用エタノール
6	ハチミツ	サラダ油	消毒用エタノール	蒸留水
7	消毒用エタノール	ハチミツ	サラダ油	蒸留水
8	消毒用エタノール	ハチミツ	蒸留水	サラダ油
9	消毒用エタノール	蒸留水	サラダ油	ハチミツ
10	消毒用エタノール	蒸留水	ハチミツ	サラダ油
11	消毒用エタノール	サラダ油	蒸留水	ハチミツ
12	消毒用エタノール	サラダ油	ハチミツ	蒸留水
13	サラダ油	消毒用エタノール	蒸留水	ハチミツ
14	サラダ油	消毒用エタノール	ハチミツ	蒸留水
15	サラダ油	ハチミツ	蒸留水	消毒用エタノール
16	サラダ油	ハチミツ	消毒用エタノール	蒸留水
17	サラダ油	蒸留水	ハチミツ	消毒用エタノール
18	サラダ油	蒸留水	消毒用エタノール	ハチミツ
19	蒸留水	消毒用エタノール	サラダ油	ハチミツ
20	蒸留水	消毒用エタノール	ハチミツ	サラダ油
21	蒸留水	サラダ油	ハチミツ	消毒用エタノール
22	蒸留水	サラダ油	消毒用エタノール	ハチミツ

23	蒸留水	ハチミツ	消毒用エタノール	サラダ油
24	蒸留水	ハチミツ	サラダ油	消毒用エタノール
25				
26				
27				
28				
29				

表 1

メモ：4つの液体を注ぐ順番は全部で 24 通りあります。しかし、場合の数をもれなく無作為に列記することは非常に難しい作業です。そこで、まず計算によって場合の数を求め、その後、列記するほうが確実です。この問題では、場合の数は

$$4 \times 3 \times 2 \times 1 = 24$$

という計算で求めることができます。

2. 7. 2. 物質の性質

課題 1：液体タワーのような現象を起こさせる
物質の性質（物性）を調べよう！

4つの液体の 1cm^3 あたりの質量をそれぞれ求めてみよう！

	液体の量 (cm^3)	液体の質量 (g)	1cm^3 あたりの液体の質量 (g/cm^3)
水			
ハチミツ			
エタノール			
サラダ油			

1で作成した液体のタワーに次のものを沈めてみよう。どうなりますか？

	沈める物体	予想	結果
(1)	クギ		
(2)	パスタ		
(3)	コーヒー豆		
(4)	スーパーボール		

沈めた4つの物体の 1cm^3 あたりの質量をそれぞれ求めてみよう！

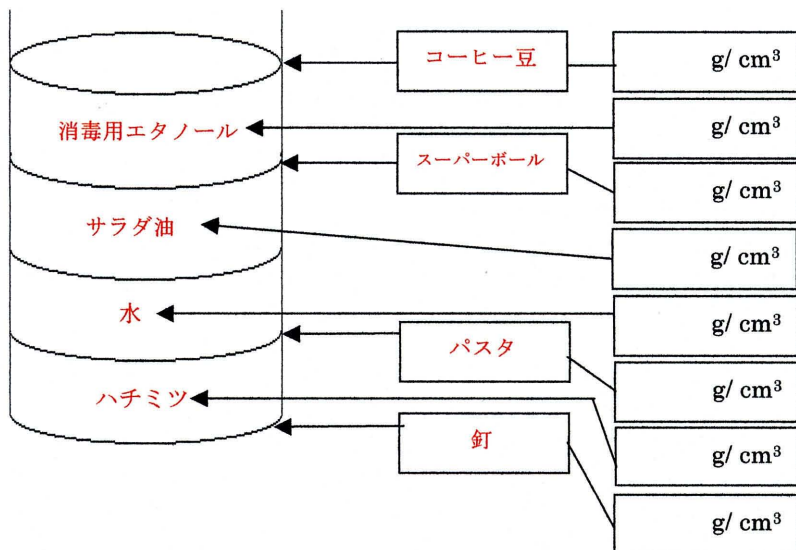
	物体の体積 (cm^3)	物体の質量 (g)	1cm^3 あたりの物体の質量 (g/cm^3)
クギ			
パスタ			
コーヒー豆			
スーパーボール			

Question

液体の層や沈めた物体の順序とそれぞれの物質の 1cm^3 あたりの質量との間にはどんな関係がありますか？

まとめ：物質Aの 1cm^3 あたりの質量を
物質Aの **密度** という

<実験のまとめ>



※本データはあくまでも本実験において得られた参考データであり、普遍的なものではないことに注意する。

2. 7. 3. 練習問題

次の問いに答えなさい。

- 問1. 10枚の異なるカードがある。このカードのうちの3枚をA, B, Cの3人に1枚ずつ配るとき、配り方は何通りあるか。【数研出版:新編数学A】

高校生の
問題

- 問2. 体積が 15cm^3 , 質量が 45g の物体の密度を求めよ。
 問3. 質量が 30g , 密度が 10g/cm^3 の物体の体積を求めよ。
 問4. 体積が 50cm^3 , 密度が 5g/cm^3 の物体の質量を求めよ。
 問5. 密度が $a\text{ (g/cm}^3\text{)}$, 体積が $x\text{ (cm}^3\text{)}$ の物体Aの質量を $y\text{ (g)}$ とする。このとき, y を a と x で表せ。

このような式で表現されるとき,

「 y は x に比例する」

といい, a を **比例定数** といいます。

ほかにどんな現象が比例で表現されるのだろうか?

考えてみてください。

3. 実践報告⁴⁾

本節では、高美が丘小学校との連携による「第1回高美が丘数理科学教室」における活動を通して得られた結果について報告する。

実際、それぞれの段階における子どもたちの活動は次の通りである。

段階1: 子どもたちは5グループに分かれて活動を行った。この活動を始めるに当たり、講師は子どもたちに計量器とそれぞれの液体を 200cm^3 ずつ配布していることに注意する。そのような状況の中で、グループ活動は次の2種類に分かれた。

1つのグループは、「何故、計量器と同量の4つの液体が配布されたのか?」という点に疑問を抱き、自分たちが今までの経験から学んできた「重いものほど沈む」という事実を結びつけ、次のような活動を実施した。

- ①計量器でそれぞれの液体の重さを調べる。
- ②広口ポットに①で得られた結果を利用して重い順番に液体を静かに沈めていく。

従って、このグループは1回の実験で液体タワーを完成させることが出来た。

残りの4グループは、液体の順序は予想したものの計量器などは利用せず、す

ぐに実験を開始してしまった。従って、液体タワーを完成できたグループは1組のみであった。3つのグループの失敗原因を分析すると次の通りである。

- ①液体を沈める順序が異なっている。
- ②液体を沈める順序は正しかったが、液体を静かに沈めることができず、水とサラダ油と消毒用エタノールが混ざり合ってしまった。(さらに、このグループは実験手法に問題があったとは判断せず、液体を沈める順序に問題があったと判断してしまったため、液体タワーを完成させることができなかった。)

また、失敗する回数が多くなった場合を想定して、準備物(ハチミツ・蒸留水・サラダ油・消毒用エタノール)をどの程度用意すればいいのかも問題点である。

段階2: 本段階では段階1で完成することができた3つの液体タワーを利用して、その液体タワーの中に様々なものを沈めてみた。すると、沈めた物体によっては、途中の液層の境界で止まる物体があることが判明した。例えば、

- ①消毒用エタノールの液面: コーヒー豆
- ②消毒用エタノールとサラダ油の境界: スーパーボール
- ③サラダ油と水の境界: スーパーボール
- ④水とハチミツの境界: マカロニ
- ⑤一番下まで沈む: 木ねじ, 電池

の通りである。ここで、子どもたちが最も驚いた事実は、スーパーボールには少なくとも2種類存在するという事実である。また、「重いものは沈む」という事実に疑問を持ち始める児童も存在した。これは、本活動が密度や浮力を意識し始める1つの機会になることを示しているのではないと思われる。

上述のような子どもたちの活動をもとに、本教材の可能性について検討すると、次のような算数・数学的体験活動が展開できると考えられる。

イ) 単位あたりの量としての「密度」の指導

段階1から「液体の質量」に着眼させ、密度の測定を実施する。つまり、液体タワーの作成の段階で密度の概念を指導し、それを踏まえて段階2に入る。つまり、段階2では沈める物体の密度を測定させ、液体タワーのどの位置で物体が止まるのかを予想させる。

しかし、ここで問題になるのは密度の測定手法の開発である。実際、

$$(\text{物体の密度}) = (\text{物体の質量}) \div (\text{物体の体積})$$

である。物体の質量は上皿天秤などを用いて測定することが簡単にできる。しかし、物体の体積を測定する手法の開発は小学生にとって未知の部分であろう。ここからも、論文2), 3)で述べているように「現象の数値化」のための実験手法の確立が難しいことがわかる。

従って、小学生の段階では実験手法を提示しても構わないと考える。むしろ、このような算数・数学的体験活動を繰り返し実施することによって、子どもたち

の算数・数学実験に対する見方・考え方を育成することのほうが大事である。

ロ) 順列の指導

本教材の利点は、子どもたちに予想させる必要はないということである。子どもたちの意見の中に「とにかくやってみれば分かる」という意見が存在した。このレベルの実験では、失敗することも重要ではないだろうか。そこで、本教材を「順列」の教材として扱うことを提案する。実際には、液体タワーの作成に入る前に、どのような場合が考えられるのかを子どもたちに考えさせる。実際には、表1のように24通りが考えられる。表1を作成させることは、実験を実施するときの重要なデータになる。実際、今回の活動の中で、失敗したデータを記録しておかなかったために、途中でどの順序が間違いであったのかわからなくなってしまいう児童が存在した。このような事態を避けるためには、「結果を記録する」という習慣を身に付けさせることが重要であることがわかる。

また、表1と自分が今までに培ってきた経験則を照らし合わせることによって明らかに起こりえない場合があることも推察できる。

例えば、食器洗いの経験から「サラダ油は水に浮く」という事実を経験的に獲得している児童は、サラダ油が水より下に存在する場合を除外することができる結果として、残るのは24通りのうち12通りに限定される。

このように今までの学習や生活体験で獲得してきた知識や経験則を活かす算数・数学的体験活動を通して、子どもたちの見通しを立てて課題を解決する能力を育成できると判断する。

最後に、本教材を利用した講義を山陽女学園中等部との連携による平成17年度 SPP 事業「研究者招へい講座」の一貫として実施した後の現場の教員との反省会で提案された意見を列記する。

- ①生徒が楽しく実験に取り組んでおり、良かったと思います。
- ②最後のまとめで、数学との関連付けという意図はわかるのですが、密度を習ったばかりなのに単位による計算方法や比例の話にまでもって行くのは、やや強引のように思いました。
- ③むしろ今回は、最後にくぎやパスタ以外の物体を使って、液体に入れる前に、密度を計算してどこで止まるかを「数学」で求めておいて、その結果を実験で確かめることによって「ほ～ら、実際にやらなくても数学でわかるんだよ～」という流れで終わるくらいでも良かったのかもしれない。
- ④声が大きく、聞き取りやすかった。
- ⑤生き生きとした説明で、熱意が感じ取れた。
- ⑥中学生にとっては硬い言葉使いがあった。

(例)・・・を指導します。

- ⑦密度の違いで液層に分かれることが、「数学を用いて理解できる。」と結論して

- いましたが、密度が大きい方が下になることは、数学では説明できないのではないのでしょうか。
- ⑨導入における場合の数の所以外はどちらかという理科の授業だと思います。場合の数の指導では、なぜかけるのか（積の法則）のところを聞きたかったです。
- ⑩テキストに図をもう少し入れると生徒が理解しやすくなったと思う。（実際に層になった図で、鉄やパスタが何処で止ったかを書き込めるようにして、さらに密度を書き込めるようにする）
- ⑪最後の話はあまり必要ない。導入部で、普段小学校相手に「実験算数」の授業をしていることを（多少誇張して）強調された方が、「すごい先生が来た」と思わせられる。
- ⑫普段、大学生を対象にした授業がメインなためか、言葉（表現）が少し難しい。
「指導する」→「教える」
「学習する」→「勉強する」
「理解できたかな？」→「わかったかな？」
など。
- ⑬2回目の授業の時、生徒への問いかけが少なかった。具体的に言うと、最初の順序→「何通り??」のところを生徒に気づかせるために、生徒に答えさせた方がよかったと思う。
- ⑭2回目の時に、液体の入れる量の指示がなかった。TAの人も間違えた量を生徒に指示していたところがあり、混乱が見られた。
- ⑮最後の応用問題は少しピントがずれていないか？間に1問入れてから、この問題を入れたらよかったと思われる。

4. 学習指導案例ーその1ー

本節では、五十嵐淳によって提案された教材の指導案を示す。

4. 1. 単元名

ソーラーパネルの枚数とソーラーカーの進む距離の関係を調べよう。

4. 2. 単元設定の理由

4. 2. 1. 単元観

日常生活の中において、車の速さ・流速・音速などは測定道具を使えば簡単に求められるようになっている。しかし、光（太陽光）はどれだけの力を持っているのか簡単に求めることは容易ではない。もちろん目で見て光の力を判断できるものでもない。それは光の力を素直に計測しようとするからである。

我々は、光を利用してソーラーカーを走らせ、ソーラーパネルの枚数（光のあたる面積）と一定時間内にソーラーカーが走行した距離との関係を比較すること

によって, 光の力を測定しようと考えた.

本教材は, ソーラーパネルの枚数と一定時間内にソーラーカーが走行した距離との関係を調べることによって, 光の力を身近に感じることを狙いとした教材である.

4. 2. 2. 指導観

本教材の指導にあたっては, 事前にどのようなことを学習するかを明確に学習者に説明する. そのことによって授業において何を行い, 何を学ぶのかを学習者に理解させることができ, その後の授業が円滑に進むようになる. さらに, 学習者が目的を理解して学習することは本教材を学習する上でとても大切である. 実験の時間においては実験結果の値が各々違ってくると思うが, あくまで実験結果として正確に書き留めるように指示する必要がある. 決して学習者同士, 値を一致させる必要はない. 実験後は配布した表にデータをまとめさせ, ソーラーパネルの枚数と一定時間内にソーラーカーが走行した距離との関係を推測できるようにする. 1つの実験値を用いた予測と実験結果との比較が本授業のポイントである.

4. 3. 単元の目標

- ①実験の目的を認識するとともに, 実験道具(ソーラーカー)を作ることができる.
- ②実験を行い, 測定した値(データ)を正確に記録し, グラフにまとめることができる.
- ③作成したグラフを利用して, ソーラーパネルの枚数と一定時間内にソーラーカーが走行した距離との間に内在する関係を読み取ることができる.

4. 4. 指導の計画(全2時間)

時間数	学習内容
1	ソーラーカーの製作
1	実験・計測・まとめ

4. 5. 第1時の展開

4. 5. 1. 本時の目標

- ①身近にあるものを使ってソーラーカーを作製することが出来るとともに, ソーラーカーの仕組みに興味を持つ.

4. 5. 2. 準備物

生徒: 配布プリント, 筆記用具, はさみ,

教師: 配布プリント, 筆記用具, 車体(ミニ四駆),

実験道具の材料(ソーラーパネル, テープ, モーター, 木の細棒等)

4. 5. 3. 展開

主題	時間	生徒の学習活動	指導上の留意点
導入	5分	<ul style="list-style-type: none"> ・プリントを受け取る. ・今回の授業の学習内容を明確に理解する. 	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒全員がプリントを受け取っているか確認する. ・生徒が説明を理解しているか確認する.
展開	50分	<ul style="list-style-type: none"> ・授業者が作成した模型のソーラーカーを観察する. ・プリントに記載されている要点を確認しながら、ソーラーカーを作製する. ・個性が表現されているソーラーカーを作成するよう努める. 	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒が円滑に作業できるように、作業の行き詰った生徒に対してはアドバイスをする. ・しっかり取り組んでいるかどうか確認する.
まとめ	5分	<ul style="list-style-type: none"> ・次回の授業内容について理解する. ・作製が終了していない生徒は、次回の授業までにソーラーカーを完成させる. 	

4. 6. 第2時の展開

4. 6. 1. 本時の目標

- ①製作したソーラーカーが一定時間内に走行した距離を測定することによって、ソーラーパネルの枚数との関係を考察する。

4. 6. 2. 準備物

生徒：配布プリント、筆記用具、ソーラーカー

教師：配布プリント、筆記用具、白熱灯（雨天時のみ）、巻尺

4. 6. 3. 展開

主題	時間	生徒の学習活動	指導上の留意点
導入	5分	<ul style="list-style-type: none"> ・プリントを受け取る. 	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒全員がプリントを受け取っているか確認する.

		<ul style="list-style-type: none"> 今回の授業の学習内容を明確に理解する。 	
展開	40分	<ul style="list-style-type: none"> 5人1組のグループを作り、プリントの指示に従って実験を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 各ソーラーカーに不備がないかを確認する。 データを正確に記録するよう指示する。
まとめ	15分	<ul style="list-style-type: none"> 実験の記録の平均値をグラフに記入する。 グラフから、ソーラーパネルの枚数と一定時間内にソーラーカーが走行する距離との間にある関係を推測する。 指導者のデータと比較する。 	<ul style="list-style-type: none"> 学習者に実験データを発表させる。

4. 7. 配布資料

4. 7. 1. 第1時の配布資料

ソーラーカーを作ろう

<完成図：見本>

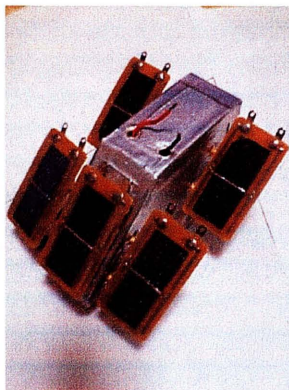


図1 完成図

☞基本的にソーラーカーは自分の好きなように作ってよい。但し、次の要点だけは守ろう！

- ①出来るだけ軽く仕上がるようにする。
- ②ソーラーパネルは傾きを統一させて全てに光が当たるようにする。
(図 1, 図 4)
- ③ソーラーパネルを着脱できるように、マジックテープを利用する。
(図 2)
- ④モーター、タイヤ、軸に触れないように工夫する。(図 3)
- ⑤オリジナルなものを作る。

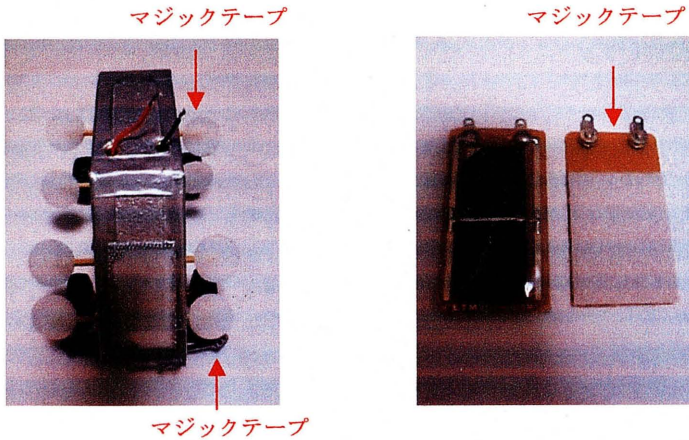


図 3 軸に触れない工夫
以上のことに注意して作ろう！！



図 4 ソーラーパネルの設置角度

※仕上がらなかったら、次の授業までの宿題とする。

4. 7. 2. 第2時の配布資料

「ソーラーパネルの枚数とソーラーカーの進む距離の関係を調べよう」

☞ソーラーパネル4枚目までのデータを書き込んで、5枚目のときを予測してから実際に測定してみよう。

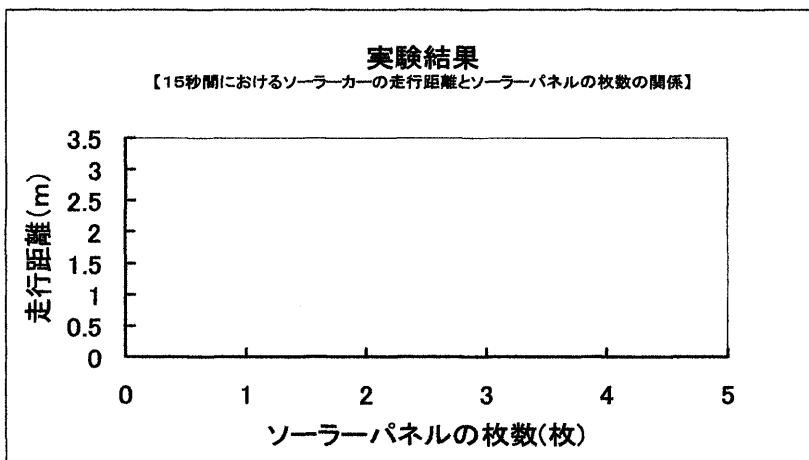
	1	2	3	4	5
1回目の測定					
2回目の測定					
3回目の測定					
平均 (m)					



4枚目までの測定から、
5枚目の値を予想してみよう！！

☞グラフに測定した値の平均値を記入してみよう！！

(5枚目の予測した値は赤色で記入してみよう)



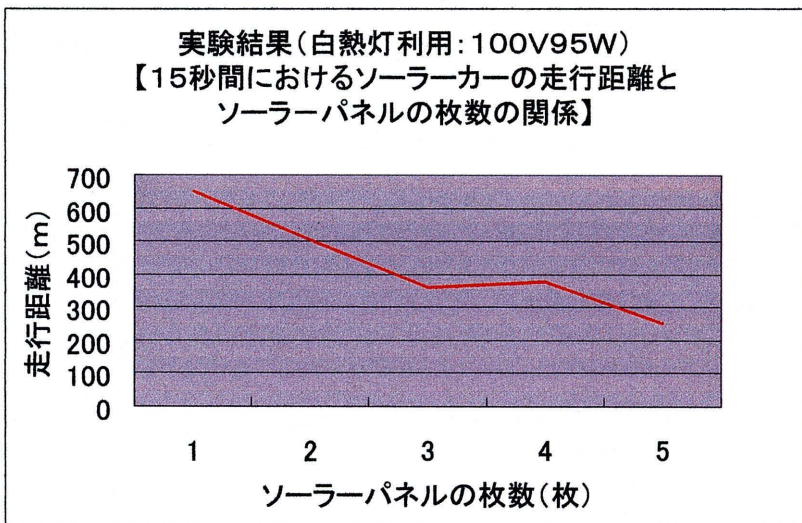
4. 8. 予備実験によるデータ

4. 8. 1. 白熱灯による実験

白熱灯を利用した実験では、データにおけるばらつきが非常に大きい。また、ソーラーカーの走行距離の平均は、ソーラーパネル3枚目までは単調増加である

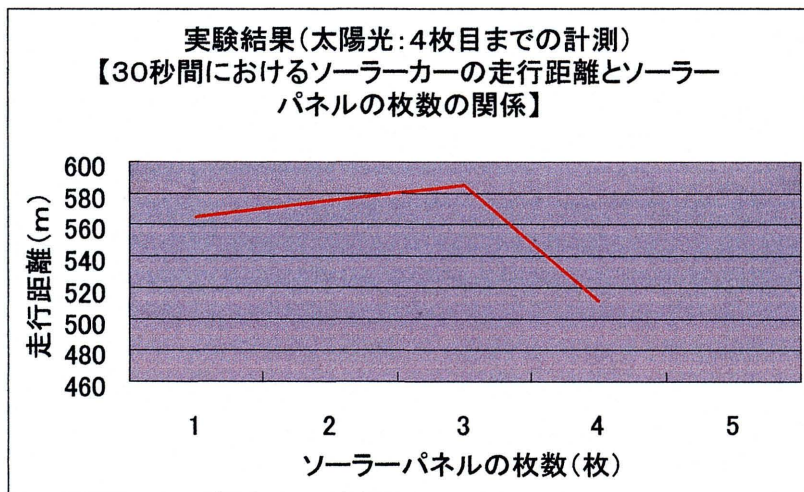
が、4枚目以降は減少に転じた。

	1	2	3	4	5
1回目の測定	670	480	345	337	240
2回目の測定	752	447	279	303	288
3回目の測定	507	365	401	540	360
4回目の測定	583	423	483	265	166
5回目の測定	749	803	291	446	198
平均 (m)	652.2	503.6	359.8	378.2	250.4



4. 8. 2. 太陽光による実験

実験に費やすことができる時間の制約や、実験そのものが天候に左右されるため、1回しかデータを測定することができなかった。



	1	2	3	4	5
測定結果	565	575	585	512	なし

5. 学習指導案例—その2—

本節では、弘田達夫によって提案された教材の指導案を示す。

5. 1. 単元名

凧を揚げて風圧を測定しよう。

5. 2. 単元設定の理由

5. 2. 1. 題材観

肉眼で観測することのできない風速を直接測定することは現在の技術では不可能である。実際には風車型風向風速計でプロペラの回転数から風圧を求め、その値をある換算式に代入することによって風速に変換している。

本題材では、どのようにすれば自分でも風圧を測定することができるのかというところに重点をおいて生徒に考察させる。また、1つの例を示すとともに、その手法を用いて実際に風圧を測定させる。実際には、凧を用いて凧にかかる風の強さを求め、その値から風圧を導く。ここでは、単位面積あたりにかかる風の強さ、つまり、 $(\text{風圧}) = (\text{凧の糸を引く力 (kg)}) / (\text{凧の面積 (m}^2\text{)})$ という仮説を立てる。

次に、凧の作成にあたっては、比を用いて凧の骨の長さを求める活動など既習の算数の知識を用いなければならない。さらに、考察の段階ではグラフを用いることにより測定値にはどのような法則があるのかを数学的に考察しなければな

らない。このような算数・数学的体験活動を通して、生徒の数学的なものの見方を育成する。

5. 2. 2. 指導観

- ① 凧を作ることで比の計算や約数・倍数の理解を深めさせる。
- ② 測定結果をグラフで表すことでどのような法則が得られるのかを数学的に考察させる。
- ③ 実験のおおまかな流れを理解し、個人で実験ができるようにする。
- ④ 角凧の作り方を理解し、他の凧にも興味を持ってもらいバイオカイト、立体凧、連凧などのより難解な凧作りに挑戦することで、凧の飛ばす原理について考えさせる。そうすることで力学、流体力学、制御理論といった方面まで視野を広げることができる。
- ⑤ 風圧を測定することにより、絶えず変化しながら肉眼でも観測不可能な現象を数値化することの難しさを認識させるとともに、現在用いられている装置の仕組みに興味を持たせる。

5. 3. 単元の目標

- ① 比の計算ができる。
- ② 実験の手順を理解する。
- ③ データをグラフで表現するとともに、それから数値にどのような法則があるのかを数学的に考察する力を身につける。
- ④ 身の回りの現象の数値化に興味・関心を持つ。

小学校学習指導要領算数編

第6学年 [A (1) ア ,D (1) , (2) ア]

5. 4. 単元の指導計画

時間数	主な学習内容	
1	風圧の測定の仕方	<ul style="list-style-type: none"> ・ 風速がどのようにして測定されているかを理解する。 ・ どのようにして風圧を測定するかを考える。 ・ 比の計算の仕方、利用の仕方を理解する。
2	風圧	<ul style="list-style-type: none"> ・ 獲得したデータを式（換算式）に代入し、風圧を求める。 ・ 求めた風圧をグラフで表現するとともに、どのような法則があるのかを考察する。 ・ 現象の数値化に興味・関心をもつ。

5. 5. 第1時の展開

5. 5. 1. ねらい

- ①風速がどのようにして測定されているのか認識させる。
 ②角風の作成を通して、モノづくりのおもしろさを学び、自ら進んで実験する意欲を高めさせる。
 ③角風の作成を通して、比の計算の知識を深めさせる。

5. 5. 2. 準備物

生徒：筆記用具，定規

教師：障子紙，竹ひご，たこ糸，糸，セロテープ，はさみ，障子のり，のこぎり，配布プリント

5. 5. 3. 展開

時間	教師の活動	指導上の留意点
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> ・天気予報などで使われている風速はどのように測定されているのかを生徒に考察させる。 ・風速の観測は実際に風の速さを測っているのではなく，風圧をプロペラの回転数などで測定し，その値を利用して風速を求めていることを説明する。 ・他の方法で風圧を求めることができるかどうかを生徒に問い，意見を発表させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・積極的に生徒の意見を引き出し，生徒がどのような考え方をしているのかを把握する。
展開 1・10分	<ul style="list-style-type: none"> ・今回は風を用いて風圧を測定することを生徒に説明する。 ・プリントを配布する。 ・測定方法をプリントに従って説明する。 ・実験から得られた値も用いて，どのような計算をしたら風圧が得られるのか，また，その風圧は何を表しているのかを生徒に考察させる。グループごとに相談させ，仮説を立てさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・1グループ8人の班に分かれてもらう。 ・生徒全員がプリントを受け取っているか確認する。 ・下の定義ができてきても，できるだけ生徒の意見を聞くようにする。

	<ul style="list-style-type: none"> ・風圧の求め方について説明する。 (風圧) = (糸の引く強さ) / (凧の面積) という換算式について説明する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・単位面積あたりにかかる力という考え方を強調する。 ・糸の引く強さとは実験で測定するペットボトルの重さのことである。
展開 2・70分	<ul style="list-style-type: none"> ・プリントにある比の問題を解かせる。 ・プリントの問題の解説をする。 ・凧の作り方をプリントに従って説明し、その後、生徒各自に凧を作らせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・凧は2人1組で作らせる。 ・作成したの凧の寸法は必ず正確に記録させる。 ・グループ毎に違う大きさの凧を作らせる。
評価 5分	<ul style="list-style-type: none"> ・グループ内で凧がきちんとできているのかを確認し、できていなければ互いに意見し、凧の調整をさせる。 	

5. 6. 第2時の展開

5. 6. 1. ねらい

①測定値をグラフに表すことでどのような法則があるのかを考察させる。

5. 6. 2. 準備物

生徒：筆記用具，1時間目でつくった凧

教師：はかり，たこ糸，糸，セロテープ，はさみ，障子紙，配布プリント，パソコン，プロジェクター

5. 6. 3. 展開

時間	教師の活動	指導上の留意点
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・プリントを配布する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒全員がプリントを受け取っているか確認する。

5分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 凧を揚げる時の要領と注意点をプリントに従って説明をする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 注意することは特に強調する。
展開50分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2人1組になって凧を飛ばさせる。 ・ 凧がうまく揚がるようになったら測定を開始させる。 ・ 1時間目の換算式に従って獲得したデータを表に記入させ、グループごとにまとめさせる。 ・ グループごとに結果を黒板に板書させる。 ・ エクセルでグラフを表示させる。 ・ グラフを利用して、今回の実験結果について考察させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 単位の換算がきちんとできているかを確認する。 ・ うまく測定ができていなければ、予備実験で得られていた測定結果を配布する。 ・ 時間があればグループごとに意見を発表してもらう。
評価5分	<ul style="list-style-type: none"> ・ いろいろな事象の数値化がどのような方法で行われているのかについて興味を持たせる。 ・ 他にもいろいろな種類の凧があることを教え、興味を持たせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ プロベラによる風速の測定の仕方をフィードバックさせ、様々な換算式により測定の効率がよくなることを認識させるようにする。 ・ 野球の投球速度や音の大きさなどを例に挙げる。

5. 7. 第1時の配布資料

凧を揚げて風圧を求めよう！

<測定方法>

まず、いろいろな面積の凧を作りその凧を揚げる。それから図1のようにペットボトルをセットして凧の糸の引く強さを測定する。このとき、ペットボトルの中の水の量を調整してペットボトルが静止するようにする。2秒間ペットボトルが同じ高さで静止したらつりあっているとす。つりあった時の水の量をマジックでチェックしておいて、そのときの重さを測る。

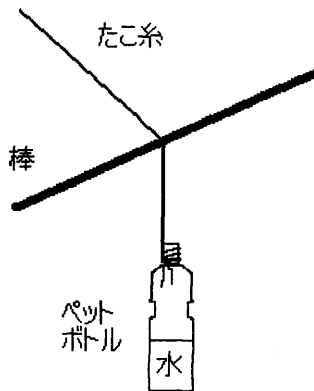


図1

・凧を用いた実験で得られたデータから、どのようにして風圧を求めたらいいのかを考えてください。

<比の計算の復習>

凧を作るには比の計算が必要になるので復習をしよう。

(1) ケーキを作るのに小麦粉 200g, 砂糖 80g をまぜました。このときの小麦粉と砂糖の重さの比を書きましょう。

小麦粉：砂糖 = () : ()

(2) 小麦粉と砂糖の重さの比を 5 : 2 にしてケーキを作ります。小麦粉を 150g にすると、砂糖は何 g いるでしょう。また、砂糖を 100g にすると、小麦粉は何 g いるでしょう。

砂糖 () g, 小麦粉 () g

<凧の作り方>

第1段階：図2のように障子紙をそれぞれ決められた大きさに切る。縦と横の比が7対6になっていればできるが、なるべく縦の長さを42cm以上56cm以下、

横の長さを 36cm 以上 48cm 以下にしたほうが良い。また、縦の長さのりしろ 4cm も忘れずにとっておく。

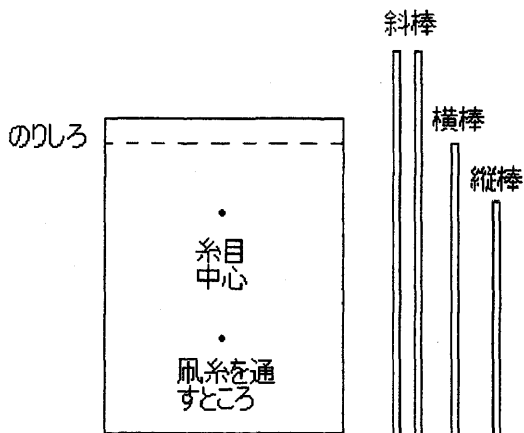


図 2

第 2 段階：図 2 のような糸目中心，凧糸を通すところを測る。糸目中心は縦の長さの下から 14 : 3 の位置とする。また，凧糸を通すところは縦の長さの上から 28 対 21 の位置とする。

第 3 段階：竹ひご（縦骨，横骨，斜め骨×2）を切る。竹ひごは図のように障子紙から 12cm 程度はみ出る大きさに切ると良い。

第 4 段階：障子紙と竹ひごを図 3 のようにセロテープでとめる。このとき，横骨が縦骨，斜骨の下になるようにする。横骨と斜骨の米印のところは他の障子紙を上からのりで貼り補強する。（貼る障子紙の大きさは適当な大きさでよい。）

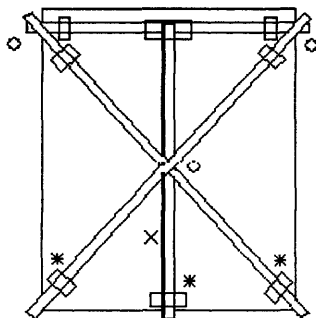


図 3

第5段階：障子紙ののりしろの部分のをりで貼る。

第6段階：横骨と斜骨，縦骨と斜骨が重なる箇所（図の丸印）を糸で結ぶ。

第7段階：図4のように横骨に反りができるように糸で結ぶ。糸と凧の間が5cmぐらいとなるのが目安である。

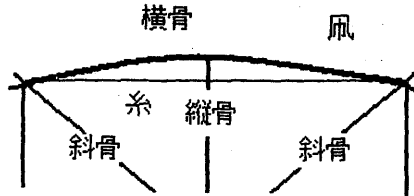


図4

第8段階：図3のバツ印のところにあたるたこ糸を通すためにセロテープをはって補強し，穴をあける。

第9段階：たこ糸で横骨と斜骨が重なる丸印の箇所とバツ印の箇所を結び，縦骨に結んだ凧糸は穴に通す。それぞれのたこ糸の長さは縦の長さの1.5倍程度にしておく。

第10段階：図5のようにして5円玉を使い，それぞれのたこ糸を糸目中心に合わせて結ぶ。図6のように凧を手でぶら下げてみて傾きが15度程度になっていて，左右が傾いていなければ理想的である。また，そうになっていなければたこ糸の長さを調整する。

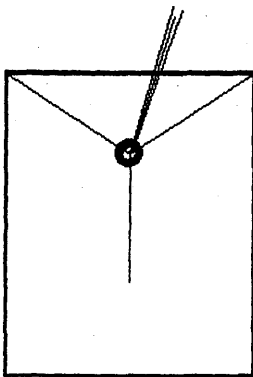


図5

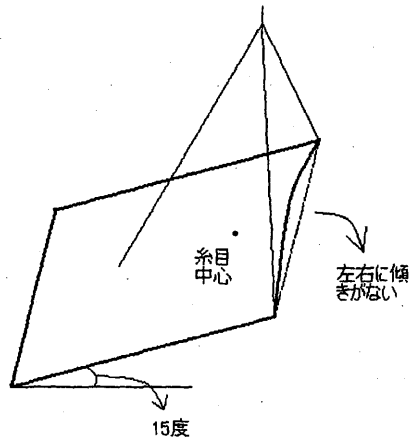


図6

第 11 段階 : 糸目のところをたこ糸で結べば風の完成.

5. 8. 第 2 時の配布資料

< 風を揚げるときの要領と注意点 >

- ① 風を揚げながら糸目の調整をしていく. 糸目は風が強ければ長く, 風が弱ければ短めにすると良い.
- ② 風が吹いているときは, むやみに走りながら飛ばすよりも歩きながらか, またはその場で揚げたほうが良い.
- ③ まずは短めに糸を持ち, 少しずつ伸ばしていく.
- ④ 風が弱く風が下がりそうだったら糸を引き, 逆に, 風が強くと揚がりそうなら糸を伸ばしていく.
- ⑤ 風を揚げるときにはセロテープ, 障子紙, はさみ, 糸などを持っていく.
- ⑥ 高圧線, 高速道路, 鉄道のそばで風を揚げてはいけない.

< 表を埋めよう >

1 時間目で説明した式

$$(\text{風圧}) = (\text{糸の引く強さ}) / (\text{風の面積})$$

に測定値を代入して表 1 に書き込もう.

表 1

面積 (m ²)	ペットボトルの重さ (kg)		重さ平均 (kg)	風圧 (kg/m ²)

5. 9. 予備実験によるデータ

本小節では, 予備実験で得られたデータについて考察する.

表 2

面積 (m ²)	ペットボトルの重さ (kg)		重さ平均 (kg)	風圧 (kg/m ²)
0.42	0.225	0.21	0.218	0.519
0.269	0.165	0.16	0.163	0.606
0.151	0.12	0.13	0.125	0.828

次に, 面積と重さ平均の関係を表した表を表 3 に, グラフを図 7 に示す.

表 3

面積 (m ²)	重さ平均 (kg)
0.42	0.218
0.269	0.163
0.151	0.125

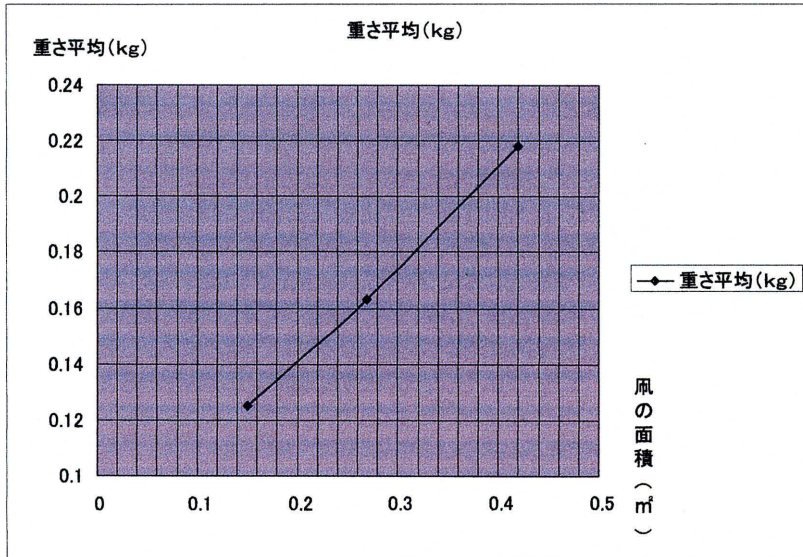


図 7

次に、面積と風圧の関係を表した表を表 4 に、グラフを図 8 に示す。

表 4

面積 (m ²)	風圧 (kg/m ²)
0.42	0.519
0.269	0.606
0.151	0.828

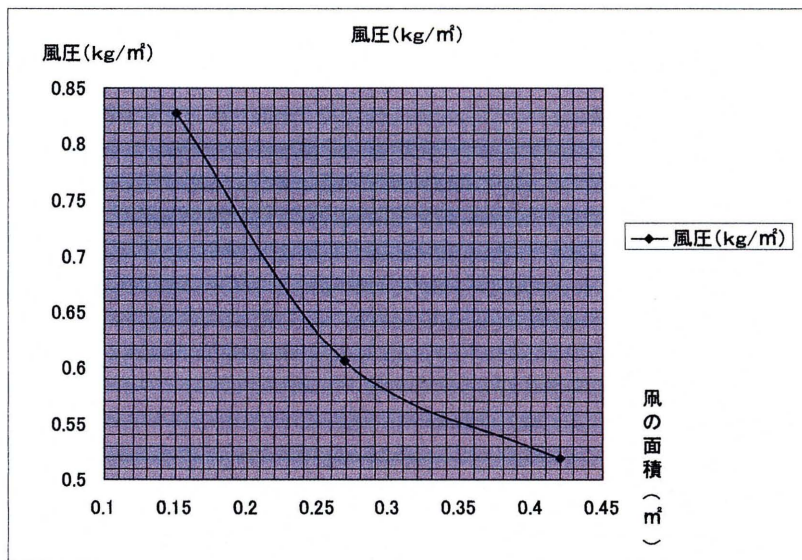


図 8

6. 学習指導案例—その3—

本節では、細川吉彦及び西村謙一によって提案された教材の指導案を示す。

6. 1. 単元名

流速（川の流れの速さ）を測定しよう！

6. 2. 単元設定の理由

6. 2. 1. 題材観

本教材では「秒速□cm」という単位を取り扱う。川の流れといった現象を肉眼で観察することは難しい。結果として、流速を数値で表現するためには算数・数学実験を開発しなければならない。本教材では、流速を数値化するための1つの算数・数学実験を提示するとともに、その実験から得られた結果をもとに「水の深さ」と「流速」との間にある関係を考察させる。

6. 2. 2. 指導観

本教材において以下のことに注意し、指導していく。

- ①時間とともに変化する現象の背景には必ず「速さ」の概念が内在することを認識させる。
- ②「水（川の水）の深さ」と「流速（川の流れの速さ）」との間にある関係について考察させる。

③肉眼では観測できない「速さ」を持つ現象に興味を持たせるとともに、その現象の数値化のための算数・数学実験の開発に対する興味を喚起する

6. 3. 単元の目標

- ①肉眼等で直接観測できない流速の測定方法を考察することができる。
- ②実験結果をグラフに表現することができる。
- ③グラフの利点（可視化）を認識する。
- ④グラフから「水の深さ」と「流速」との間にある関係を考察することができる。
- ⑤身近な現象に疑問をもち、その疑問を解決しようとする力を育成する。

6. 4. 本時の展開

6. 4. 1 準備物

生徒：筆記用具，長靴，タオル，下敷き，電卓

教師：パソコン，配布プリント，長靴，ストップウォッチ，実験装置，ボビン

6. 4. 2. 展開

	教師の活動	指導上の留意点
導入 15分	<ul style="list-style-type: none"> ・本授業の概要を示す。 ・グループごとにどのようにして深さごとの水の速さを測定するのか。また深さと水の速さについてどんな関係があるのか考察させ発表させる。 ・確かめる実験をしようと提案する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・もし、誰も発表しなければ「テレビなどで水面のほうが速いといっているが本当かどうかわからない」と言う。
展開 35分	<ul style="list-style-type: none"> ・流速の求め方について説明する。 $(\text{流速}) = (\text{距離}) / (\text{時間})$ ・プリントを配る。 <ol style="list-style-type: none"> ①実験方法を説明する。 ②何を記録し、何を求めるのかを説明する。 ③実験を開始させる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・プリントとは、実験の概要を書いたものと記録を書くためのもの2つである。 ・1回目は教師が実験方法を示し、2回目以降はグループごとに順に

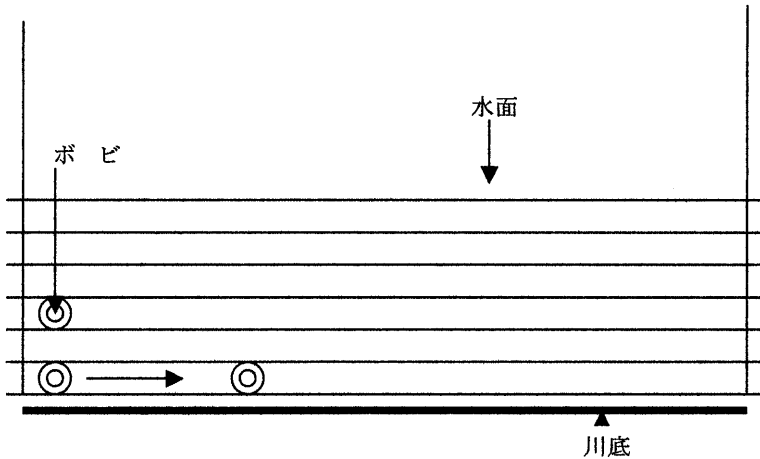
	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果から深さと水の速度との関係をグラフに表させる。 ・パソコン（エクセル）を使って実験結果をグラフで表し，生徒に提示する。 ・グラフについて説明する。 	<p>装置を使って実験してもらおう。実験をしていないときでも，他グループの実験結果を記録するよう指示する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験を行う際は安全に配慮する。 ・グループで時間の平均を取り，ある一定の深さごとの速度を求めさせ，グラフに表現させる。 ・時間に余裕があれば，グラフからわかることを発表してもらおう。
<p>まとめ 10分</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・事前にやっていた実験結果を生徒に提示する。 ・生徒たちに，身近な現象について興味・関心を抱かせる。 	

6. 5. 配布資料

「流速を測定しよう」

<実験方法>

次に示すような実験器具を使用し，川の中で測定する。



この図のように川の中に実験器具を入れ、深さごとに速度を測定する。

1. 実験手順

- (1) 一番下の隙間にボビンをセットし、ストップウォッチを使用し、端から端までボビンが移動する時間を記録する。(5回)
- (2) 次に同じ事をもう一段上の隙間で行う。(5回)
- (3) この操作を水面まで繰り返す。
- (4) 所要時間の平均を求める。
- (5) 深さごとの速さを求める。
- (6) 深さと速さの値をもとにグラフを作成してみよう。

深さ	時間 (秒)					平均時間
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	
15						
11.5						
8						
4.5						
1						

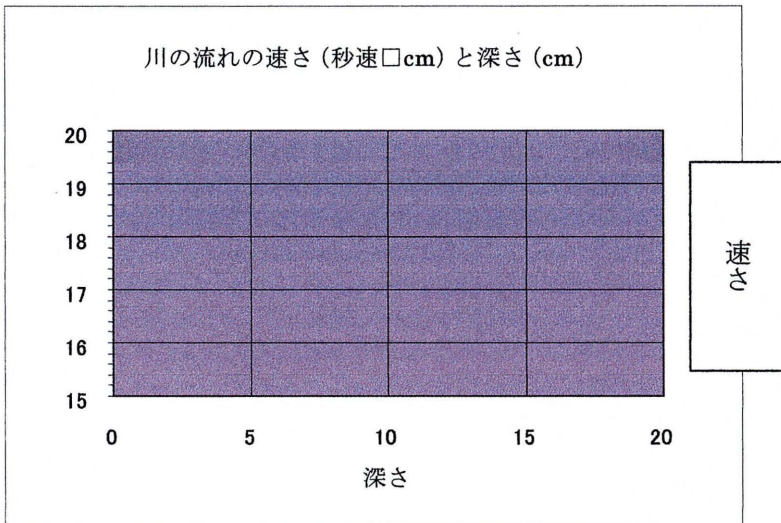
記録用紙

測定した結果を記録しよう。速さを次の式より測定しよう。

$$(\text{流速}) = (\text{距離}) / (\text{平均時間}) \text{【ただし, 距離は } 80\text{cm とする。】}$$

深さ	秒速
15	
11.5	
8	
4.5	
1	

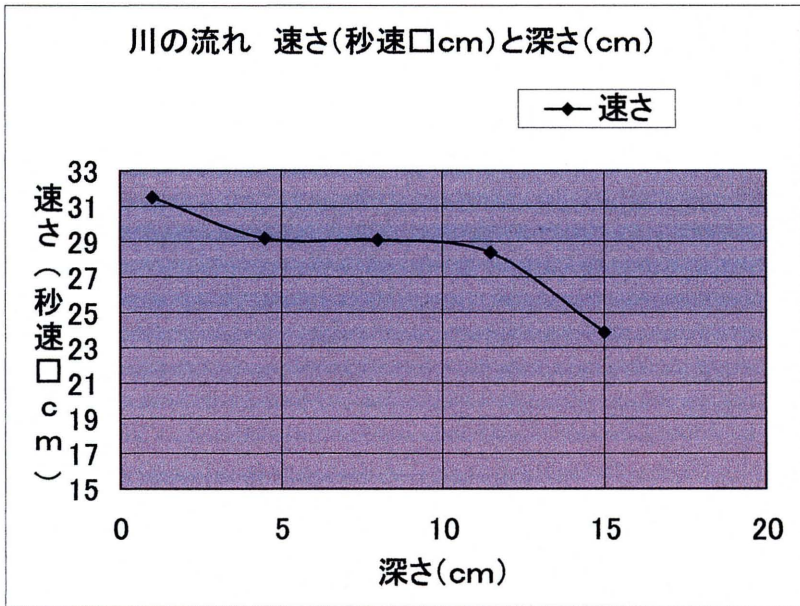
グラフに表してみよう。



6. 6. 予備実験によるデータ

深さ	時間 (秒)					
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均時間
15	3.34	4.18	3.1	3.14	3	3.352
11.5	2.72	2.88	3	2.94	2.56	2.82
8	2.78	2.78	2.72	2.88	2.59	2.72
4.5	2.72	2.72	2.87	2.56	2.59	2.742
1	2.59	2.53	2.56	2.53	2.49	2.54

深さ	秒速
15	23.87
11.5	28.37
8	29.09
4.5	29.18
1	31.5



6. 学習指導案例—その4—

本節では、福島洋平によって提案された教材の指導案を示す。

6. 1. 単元名

地球上の2点間の距離(大圏距離)を求める。

6. 2. 単元について

6. 2. 1. 単元観

今回の教材は弧度法分野において扇形の面積や円周の長さを求める公式が社会においてどのような分野に用いられているのかということと、球上の2地点間の距離を直線距離として求めた長さや円周の長さとして求めた数値とではどのような違いがでてくるのかを考察させるための教材である。

6. 2. 2. 指導観

本教材では同じ経度上にある2点間の距離と、同じ緯度上にある2点間の距離を求める。求め方として、弧度法を用いるので、弧度法を知らない生徒には前もって説明プリントを配布するなどして、弧度法の説明をする。また、2点間の距離を求める手段として、ピタゴラスの定理を用いて求めた2点間の距離と、扇形の円周を求める公式を利用して求めた2点間の距離とでは求まる数値がどうのようになっているかを考えてもらう。生徒にはそれぞれ異なった都市の経度、緯

度を与えるので求まる距離が長くなることで、直線距離として求めた数値と、円周の距離として求めた数値との誤差の関係がどのような変化をしているのかという点にも着目させる。

6. 3. 単元目標

これまでに学んできた図形における知識を利用して、距離や誤差について学ぶ。

- ①2点間の直線距離を求める。
- ②2点間の大圏距離を求める。
- ③①と②で求めた数値の違いについて考察する。

6. 4. 本時の展開

6. 4. 1. ねらい

- ①既習の図形の知識がどういった分野に使われているかについて考察する。
- ②求めた数値データの誤差はなぜ生じたのかについて考察する。

6. 4. 2. 準備物

生徒：教科書，筆記用具，電卓

教師：世界地図，教科書，配布プリント

6. 4. 3. 本時の展開

時間	生徒の学習活動	指導上の留意点
準備	<ul style="list-style-type: none"> ・弧度法について理解する。 ・扇形の円周の求め方を理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・三角比しか学んでいない生徒に対してはとくに丁寧に説明をする。
導入 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・経度，緯度のデータプリントを受け取る。 ・今回求めたい地球上の2点間の距離についての理解する。 ・距離を求めたい2つの都市をそれぞれ決める。 	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒全員がプリントを受け取っているか確認する。

整 理 5 分	・本時において求めたものほどのようなことに使われているかを考察する。	
------------------	------------------------------------	--

謝辞. 本研究は、第19回（2003年度）マツダ研究助成－青少年健全育成関係－の援助を受けてすすめられていますことをここに記すとともに、「高美が丘数理科学教室」を快く開催させていただいた東広島市立高美が丘小学校ならびに平成17年度SPP事業「研究者招へい講座」に講師として招へいして頂いた山陽女学園中等部に対しまして心から感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 伊藤昭夫, 理数系離れ・理工系離れの現状調査－平成15年度SPP事業「教育連携講座」に参画して－(調査・資料), 近畿大学工学部紀要34, 59-86, 2004.
- 2) 伊藤昭夫, 工学の視点から見た算数・数学の教材の開発を目指して－近畿大学工学部教職課程数学コースの実践事例－, 数学教育学会誌2003, Vol. 44, 71-84, 2004.
- 3) 宮崎望・伊藤昭夫, 工学的要素を取り入れた算数・数学教材の開発とその授業実践－光センサの利用－, 岐阜大学数学教育研究2004, Vol.3, 65-77, 2005.
- 4) 伊藤昭夫, 順列と単位あたりの量としての密度に関する算数教材とその実践報告, 数学教育学会誌臨時増刊2005年度数学教育学会春季年会発表論文集, 数学教育学会, 69-71, 2005.