

論理的思考にもとづく情報の活用をねらいとした教材の開発

小池麻実¹, 愛木豊彦²

中学校3年間で習得した数学的な見方や考え方を日常生活の中で活用したり, 疑問を解決する手段として数学を利用できたりすることがわかったら, 数学に対する学習意欲が向上すると考えた。そこで, 学習意欲の向上がより期待できる日常生活の事象を取り入れた数学的活動はできないかを考えた。著者自身が疑問に思っていた「風船で人が飛ぶことができるのか」ということを題材にし, 問題を解決するためにはどんな手立てが必要かを論理的に思考するような教材開発を行った。その教材の提案, 授業実践の結果を報告する。

<キーワード> 論理的思考, 浮力, 球の体積の公式

1. はじめに

中学校数学 ([1]) の目標の中に「数学的活動の楽しさ」という文言がある。数学的活動とは, 実生活との関連をはかり, 事象を数理的に考察する力を伸ばし, 数理的な見方や考え方をを用いて問題を解決する能力を一層高めることができるようにするために, 観察・操作・実験などの具体的な活動を通して, ものごとの関係やきまりを見いだしたり, 得られた知識の意味をよく考えたりするなどの活動のことである。このような身の回りに起こる事象や出来事を数理的に考察する活動をする事によって, 数学で学習したことを自分なりに将来に役立つように意味付けすることができるようになると考えられている。

そこで, 実際に公式や日常生活の事象に現れる規則の妥当性を考える実験をしようと考えた。今回, 教材にした風船は膨らませたときに見た目では球に近い形になる。したがって, 風船の体積は球の体積とほとんど変わらないという予想を立てることができる。そこで, その予想が正しいかどうかを風船の体積を求めること, グラフをかくこと, 公式と比較す

ることから得られた情報をもとに, より正確に判断することが大切だと考えた。このような妥当性を考えるという明確な目的を持った活動をすることにより, 今後公式を利用するときに, より式のよさが実感できると考えた。

以上を踏まえて, 授業のねらいを「実験をし, グラフや表(情報)のよさ, 式のよさを知る」とした。本論文では, 風船の体積を題材とした選択教科「数学」における教材を提案する。

2. 教材について

(1) 授業の概要

授業では, 人間がヘリウムガスの入った風船で空を飛ぶために必要な風船の個数について考える。

風船は, 膨らませる大きさによって中に入る気体の量は異なってくる。そこで, 授業では, 容積というとらえ方ではなく, 体積というとらえ方をした。まず, ヘリウムの単位体積あたりの浮力(1000cm³あたり約1g)を紹介する。授業では風船の体積の単位を l で表すことにした。風船の体積がわかれば, 風船

¹岐阜大学教育学部

²岐阜大学教育学部, 科学研究費(特定領域研究), 課題番号 17011034

1個あたりの浮力が求められる。したがって、浮かしたい人間の体重をその浮力で割ることで、自分が飛ぶために必要な風船の個数を求めることができる。そこで、どのようにして風船の体積を求めるのかを課題とする。

まず、実際に水を入れた風船の体積を測る実験をする。そして、実験で求めた体積の値と、球の体積の公式から求めた体積の値を表やグラフを利用して比較することで、風船の体積の近似値が球の体積の公式から求められることを理解する。つまり、見た目で風船の形が球に近いという直観的な見方を、表やグラフなどのデータ（情報）から正しいかどうかを判断するわけである。

現行の学習指導要領[1]では、球の体積、表面積は高等学校（数学Ⅰ）へ移行され、中学校では扱わないことになっているが、体積、表面積の公式をともに授業に取り入れた。初めて学習する内容なので、球の体積の公式をグラフを用いて吟味するときは生徒達の意見を取り上げながら丁寧に指導したい。

次に、ヘリウムガス入りの風船に紐をつけ、その先に粘土をつけて浮力を求める実験をする。風船が浮くギリギリまで粘土を重くしていき、ちょうどつりあうときの粘土の重さと風船の重さを足したものを浮力とする（写真1）。



（写真1）

円周 (cm)	半径 (cm)	風船の重 さ(g)	粘土の重 さ(g)
	r	X	Y

半径を、球の体積の公式に代入して、風船の体積を求めよう。

風船の体積 (l)	浮くであろう重 さ(g)
$\frac{4}{3}\pi r^3$	$\frac{4}{3}\pi r^3$

$X+Y = \frac{4}{3}\pi r^3$ となるかを確認する。

（生徒に配ったプリントから抜粋）

一方、ヘリウムガスの1 l の浮力を1gとし、さらに風船の体積は球の体積の公式から求められるとする。このとき、実験（写真1）に用いた風船の浮力を上の仮定にしたがって求める。この値と、つりあいの実験で求めた風船の浮力の値とを比較し、仮定の妥当性を確かめる。

このような学習をすることにより、次のような効果があると考えられる。

効果①具体的な操作や実験を試みることを通じて、数学に対する学習意欲を高めることができる。

効果②数学の1つの単元が他の単元とも関わりがあることに気づくことができる。

まず、①について述べる。浮力を求めるといった具体的な操作や実験をすることにより、数学と日常生活のつながりを感じることができる。このことにより、学習意欲が高まると考える。

次に、②について述べる。日常生活の事象を取り上げる数学的活動は、数学だけでなく他の教科とも関わりが出てくる。また、数学に目をむけて考えてみても、風船の体積は立体の単元として、また体積をグラフにすることによって関数としても取り扱うことができる。1つの単元が他の単元にも関わりがある

ことがわかると、数学が日常生活に有用であることに気づくことができる。

この教材を通し、単に出来上がった公式や事実を知るのではなく、実際に体積を測り公式と比較したり、粘土を用いた浮力の実験をしたりして妥当性を確認する。つまり、数学を自分たちで活用していく経験ができるので、生徒達にとって価値のあることだと考える。

また、本教材は著者自身が疑問に思っていたことを教材にしたものである。自分が疑問に思っていることに対して、今までの学習を利用したり、試行錯誤したりしながら解決してみようという意欲を引き出せるようにしたい。

(2) 教材の背景

この教材の題材として扱う風船の浮力について説明する。ヘリウムの浮力は、利用する環境（温度、風船の種類など）によって異なるが、ヘリウムガス 1ℓ で約 1g とされている。

以下、気体の状態方程式 $PV = nRT$ をもとにして風船の浮力を求める。

同温、同圧、同体積の気体には、気体の種類に関係なく同数の分子が含まれているというアボガドロの法則より、標準状態 ($0^\circ, 1\text{atm}$) において 1mol の気体の体積は 22.4ℓ である。でも実際には実験室は 0° というわけではないので、常温 (25°) として考える。このときの体積 V' は、気体の状態方程式より、

$$1 \times V' = 1 \times 0.0821 \times (25 + 273)$$

$$V' = 24.4658$$

約 24.5ℓ となる。

アボガドロの法則より、空気 1mol、ヘリウム 1mol とともにその体積は 24.5ℓ である。空気とヘリウムのそれぞれ 1mol の質量を考えると、ヘリウムは 4g である。空気は窒素 78%、酸素 21%、アルゴン 1% で構成されているので、

$$28 \times \frac{78}{100} + 32 \times \frac{21}{100} + 39 \times \frac{1}{100}$$

$$= 28.95$$

となり、約 29g である。

ここで、浮力について説明する。浮力は、流体（気体・液体）が物体を押し上げる力のことである。詳しく述べると、浮力とは生じる圧力の上下差から流体中におかれた物体に働く力で、重力と逆方向に働き、かつその大きさは流体の中の物体が排除した流体の重力に等しくなる。今、空気の質量は 29g、ヘリウムは 4g だから、体積 24.5ℓ の風船が周囲の空気によって受ける浮力は 29g 重。従って浮力は $29 - 4 = 25\text{g}$ 重となる。

例えば、4ℓ 入る風船があるとすると、その浮力は、

$$\frac{4}{24.5} \times 25 = 4.0816$$

9ℓ 入る風船があるとすると、その浮力は、

$$\frac{9}{24.5} \times 25 = 9.1836$$

となり、4ℓ で約 4g、9ℓ で約 9g を浮かすことができることになる。つまり、ヘリウム 1ℓ には約 1g のものを浮かす力がある。

上述したように、浮力に対する考察には、高校で学習する物理 ([2]) を必要とするため、このような計算過程を本授業では扱わない。そのかわり、ヘリウム 1ℓ で、約 1g のものを浮かす力があることを実験で確かめることにした。つまり、風船の形を球とみて、半径を円周から求め、球の体積の公式より求めた体積を風船の体積の近似値とする。1ℓ で 1g 浮かすとしたら、風船は何 g のものを浮かすことができるかを近似値から求める。この値と、風船と粘土を合わせた重さが近いかどうかでヘリウムの浮力の大きさに対する妥当性を検証する。

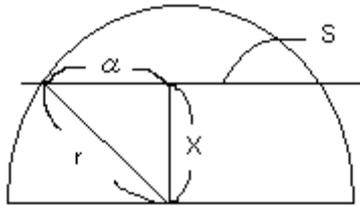
次に球の表面積の公式と、球の体積の公式について説明する。

球の体積を直感的方法で求積する ([4,5,6])。

カヴァリエリの原理（2つの立体を、平行な平面で切ったときの切り口の面積がいつも

等しければ、2つの立体の体積は等しい)を用いて考える。いま、円柱の体積と円錐の体積は求めることができるとする。

「半径 r の半球」を底面に平行な平面(高さを x とする)で切断したときの断面積 S を考える。



断面の半径を α ($\alpha > 0$) とすると、

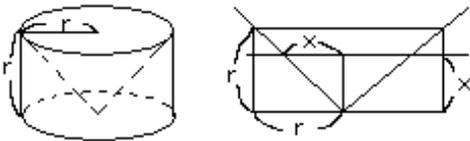
$$\alpha^2 = r^2 - x^2$$

となるので、 $\alpha = \sqrt{r^2 - x^2}$

よって、

$$\text{断面積 } S = \pi\alpha^2 = \pi(r^2 - x^2) \cdots \textcircled{1}$$

同様にして、「半径 r 、高さ r の円柱から、半径 r 、高さ r の円錐を取り除いた立体」を底面に平行な平面(高さを x とする)で切断したときの断面積 S' を考える。



半径 r 、高さ r の円柱の高さ x での断面積 $S'_1 = \pi r^2$

半径 r 、高さ r の円錐の高さ x での断面積 $S'_2 = \pi x^2$

ゆえに、 $S' = S'_1 - S'_2 = \pi(r^2 - x^2) \cdots \textcircled{2}$

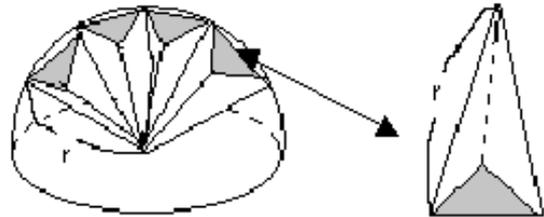
①、② より $S = S'$

よって、カヴァリエリの原理より、「半径 r の半球」と「半径 r 、高さ r の円柱から高さ r の円錐を取り除いた立体」の体積は等しいといえる。したがって、半径 r の球の体積を V とすると、

$$V = 2\left\{\pi r^3(\text{円柱の体積}) - \frac{1}{3}\pi r^3(\text{円錐の体積})\right\}$$

よって、 $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ という球の体積の公式を導くことができた。

次に球の表面積 s について考える。半球の表面を細かく分け、底面とし、球の中心を頂点とする三角錐を考える。



三角錐の体積は、(底面積) \times (高さ) $\times \frac{1}{3}$ で求めることができる。今、高さは r である。すべての三角錐を寄せ集めて体積を考えると、三角錐の体積の合計は、

$$(\text{半球の体積}) = (\text{半球の表面積}) \times r \times \frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{2}V = \frac{1}{2}s \times r \times \frac{1}{3}$$

$$V = s \times r \times \frac{1}{3}$$

$$\frac{4}{3}\pi r^3 = s \times r \times \frac{1}{3}$$

$$s = 4\pi r^2$$

となり、球の表面積の公式を直感的方法で導くことができた。

どちらの公式とも半径がわかれば表面積、体積それぞれの値を求めることができる。中学3年生は平方根をすでに学習しているので、球の表面積の値がわかればそのときの半径を求めることはできる。しかし、逆に体積の値がわかっているときに、半径を求めることはできない。

平方根は大日本図書の教科書「中学校数学3年」[3]において、次のように定義されている。 a を負でない数とするとき、 $x^2 = a$ を成り立たせる x の値、つまり「2乗すると a になる数」を、平方根という。

平方根

1. 正の数には平方根が2つあって、それらの絶対値は等しく、符号は異なる。
2. 0の平方根は0である。

今回の授業では、一つの風船で飛ぶならば、半径はいくつだろうと考えるときに、学習していない3乗根が関係してくる。つまり、求める風船を球とみて、その半径を r 、自分の体重を m とすると、 $\frac{4}{3}\pi r^3 = m$ となる r を求めなければならない。しかしここでは深入りせず、2乗して a になる数字があるなら、同じように3乗して b になる3乗根があるということに触れる程度にする。

3. 指導計画

平成17年11月22日(火), 12月2日(金)に岐阜市立青山中学校において選択数学を受講している3年生13名(男子8名・女子5名)を対象に実践を行った。青山中学校の選択授業は、中学3年生が習得している数学的な見方や考え方を日常生活で活用したり、それらを用いて生活場面に現れる疑問を解決したりして、数学のよさや便利さを実感することをねらいとしている。本授業の活動時間は50分×2である。

(1) 題材名

「空を飛ぶならタコプターより風船でしょ!!」

(2) 授業のねらい

- ・ 実験をし、結果を表やグラフにまとめることを通して、論理的考察をし、表やグラフのよさ、式のよさを知ることができる。

2時間の授業とも、特定の単元の内容にとらわれず、生徒達が数学を用いて物事を考えることを体験し、自分で活動をする大切さを実感させたい。

(3) 準備したもの

風船(大きさの異なるものを6種類), ヘリウムガス, タコ糸, 粘土, 電子はかり, バケツ, 体重計, 計量カップ, ペットボトル, メ

ジャー, 三角定規, 電卓

(4) 展開

文末の資料1参照。

4. 生徒の活動

生徒達は4つのグループに分かれて活動を行った。

(1) 1時間目 調理室

生徒の活動	援助・留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・ 風船で飛べるか考える。 ・ 問題, 課題を把握する。 ・ 自分が飛ぶために必要な体積がわかる。 ・ 実験をする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 風船を提示する。 ・ 浮力の値を提示する。 ヘリウム1ℓで1g ・ 実験の方法を説明する。 実験用具を事前に用意する。

1時間目の風船の体積を求める実験では、風船を膨らませる大きさ(円周)を指定しなかった。これにより、多くの情報(データ)が得られるので、それを球の体積の公式と比較する際に提示するグラフに利用することができた。

風船の中に入った水の体積の求め方も、水の量を体重計に載せ測るグループ(写真2), 計量カップで測るグループとあった。円周の計量に際しては使用された道具はメジャーのみであった。(写真3)



(写真2)

水の量が多いときに体重計を利用している姿がみられた。



(写真3)

も考慮しなければならない。生徒達はこのようなことから論理的に考えることができていた。



(写真4)

(2) 2時間目 教室

生徒の活動	援助・留意点
<ul style="list-style-type: none"> ・ グラフを見て公式が使えるか確認する。 ・ 課題,問題を把握する。 ・ 浮力の実験をする。 ・ 問題を解き,自分達で新しい課題を見つける。 ・ まとめる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ グラフを提示する。 ・ 浮力が本当にあっているだろうか。 ・ 実験の手順を説明する。

2時間目の始めには,前時に生徒達が実験で求めたデータをまとめたグラフと,球の体積の公式に半径を代入し体積を求めたものと比べ,風船の見た目とグラフから球の体積の公式が使えるかを判断した。(文末資料2参照)

浮力がヘリウム1ℓに対し約1gであることを確かめる実験では,各グループに大きさの異なるヘリウム入りの風船を配布した。ヘリウムが入っているので前時のように,風船の中に水を入れて体積を測ることはできない。よって,球の体積の公式を使わなければならない。公式を利用するためには,半径の長さが必要である。それを求めるため円周を測る。(写真4)また,浮力を求めるには風船の重さ

自分が飛ぶために必要な風船の個数がわかったときに,すべての風船が教室に入るのかわくかに疑問を感じた生徒がいた。この問題を解決するために教室の大きさを測っていた。このように,自分たちで新たな課題に向かう姿がみられた。(写真5)



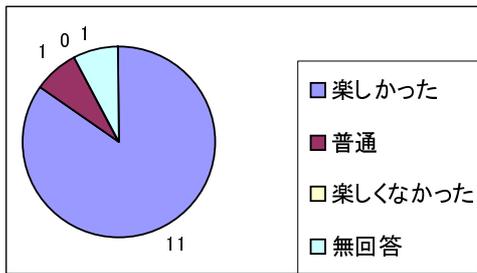
(写真5)

また,1つの風船で飛ぶための半径を求めようとし $r^3 = 167466$ となった生徒は,解き方はわからないので,電卓を利用し, r の値を見当し,その値を3乗して何度も答えに近づけようと確認する姿が見られた。

5. 授業のまとめ

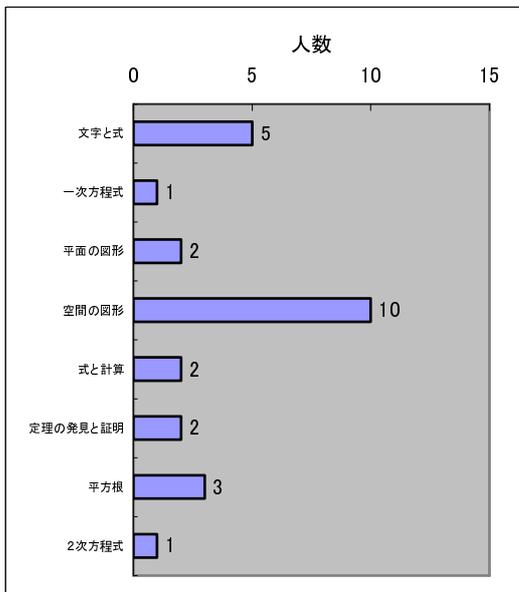
2回の授業を終えてからのアンケート結果を参考に,本授業のねらいの達成度に対する考察を行う。

質問1 実際に風船の体積を測ってみるのは



多くの生徒が楽しいと感じてくれていた。水という身近な物質を通じて体積等を求めることができよかったという感想もあった。

質問2 中学校3年間の数学とのつながりがあると感じたところに丸をつけてください。(いくつでもいいです)また、どんなところにつながっていると思いますか。



一番多かったのが、1年生で学習する空間の図形であった。理由は次のようなものであった。

- 球という立体だから。
- 球の体積の表面積，体積を求めるところ。
- 球の円周，半径を求めるところ。

とあった。生徒達は空間の図形の単元では、角柱と円柱の体積の求め方を学習してから、角錐と円錐の体積の求め方を学習している。

アンケートの結果から，球の体積も立体の体積という点において発展した内容としてつながっていると生徒達に感じてもらえたと考ええる。

質問3 この授業は私が調べてみたいと思って始めたものです。調べていく中で，問題が解決されるのが楽しかったです。あなたが調べてみたいことは何ですか。

- 人じゃなくて動物などがどれだけで浮くのか。
- $r^3 =$ をもとめて，1つの風船の半径を調べてみたいです。
- ちょうちやトンボ，鳥が飛べるのはなぜか。
- ヘリウムガスで声が変わるのはなぜか。
- ダム貯水池 100%時の水の体積
- 現在の割合で日本人の人口が減り続けたら，後何年で日本人がいなくなるのか。

今回の授業を行ったことによって出てきた疑問や，日常生活において何気ない現象に目を向け考えてみようという姿がわかる。

質問4 授業全体の感想を自由にかいてください。

- 風船の体積を求めるところでは，仲間と順序だてて話し合いつつ結論にせまることができていた。
- 自分たちで，やってみることが1番わかると思うし，楽しいと思います。
- 中学生では習わないことだから，余計に興味を持つことができ，深く考えられてよかったです。
- 身近な不思議などが，計算で求めることができびっくりしました。
- 新しい公式を学べて，得をした。広がりを感じる事ができた。

公式を利用することで，いくつ風船が必要かを実際にやってみなくても求められるのが面白いと思いました。

以上をもとに，ねらいの達成度について考察する。

まず、効果①（具体的な操作や実験を試みることを通じて、数学に対する学習意欲を高めることができる）について考察する。実験によって風船の体積を求める活動では、質問1より生徒は楽しみながら風船の体積を測っていたことがわかる。体積の測り方もピーカーを使ったり、体重計を使ったりして水の量によって使う道具を工夫していた。そして、自ら実験によって求めた風船の体積のデータ（情報）をもとにすれば、いくつ風船が必要かわかった。しかし、調べていない風船ではどうなのかを疑問に思っている生徒の姿が見られた。次の授業につながる疑問や課題を抱くことができたので、学習意欲が高まったと考える。

次に、効果②（数学の1つの単元が他の単元とも関わりがあることに気づくことができる）について考察する。質問2では、生徒が中学校1年生から3年生で学習するすべての単元をアンケート用紙に記入しておき、関連する単元名にはいくつでも丸をつけてよいことにした。その結果、空間の図形、文字と式、平方根とつながりがあると多くの生徒は答えた。2つ以上の単元に丸をつけていた生徒は13人中8人だった。学習が系統的であることに生徒が気づくことができたと考える。

このように第2節で述べた効果①、②があることが立証されたと考える。

最後に、授業のねらいの達成度について考察する。授業時間の関係で生徒達が実際にグラフをかく時間を設けることができなかった。しかし、生徒達に授業者が作ったグラフを提示したときに、体積の値が近いことに驚いている表情を見ることができた。このようにグラフを利用することで、ものごとが判断しやすいことを感じてもらった。また、実際に体積を求めていない風船に関しても公式を利用すると体積を求めることのできるよさ、つま

り式のよさを感じてもらえたと考える。以上のことよりねらいを達成できたと考える。

5. 今後の課題

授業全体を通して、生徒が楽しそうに、自主的に問題解決・発展に向けて活動を行うことができていた。しかし、当初想定していたよりもグループによって進度が異なったので、先への学習を進めていける生徒達への問題提示、対応が今後の課題である。

また、数学が日常生活の疑問にも使えるということを感じてもらえたと考える。授業では現実の事象や公式などを実際に使えるかを確認する活動に興味を持っている姿を見ることができた。よって、日常にあることを数学を使って追究していく教材は中学生にとって価値があると考えられる。これからも、日常生活の疑問を取り上げた数学的活動を重視した教材開発を行っていきたい。

引用文献

- [1] 文部省, 1999, 中学校学習指導要領(平成10年12月)解説 - 数学編 -, 大阪書籍株式会社.
- [2] 宮本重徳, 1997, 改訂版 高等学校物理IB, 数研出版株式会社.
- [3] 平岡忠・吉田稔ほか18名, 中学校数学1・2・3, 2001, 大日本図書株式会社.
- [4] 人類はどうやって球の体積を求めたのか
<http://www.rd.mmtr.or.jp/~bunryu/kyuu1.shtml>
- [5] 円と球の求積(直感的方法)
http://www004.upp.so-net.ne.jp/s_honma/circle/intuition.htm
- [6] ツーホンスーの方法
<http://www.nn.ij4u.or.jp/~hsat/misc/math/ball/chinese.html>

資料1.

(1/2時) 場所：調理室(水道を利用するため)

学習活動	指導・援助
<p>○ 風船で飛べるかどうかに興味を持つ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 空気じゃ浮かない。ヘリウムだ。 ・ ヘリウムって何だ。 ・ 風船の大きさが関係してくるのじゃないか。 ・ 自分も浮けそう。 <p>問題</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>自分が浮くためには、風船がいくついるだろうか。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・ 使う風船によって個数が違うのではないか。 ・ 大きいのだったら、1つでいいのじゃないか。 <p>○ 課題を設定する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>実際に風船の体積を測ってみよう。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・ どうやって体積を測ればいいだろうか。 <p>○ 実験をする。</p> <p>グループになり、大きさの異なる6つの風船の体積を調べる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> <p>① 風船を蛇口にはめて、水を入れていく。 いい大きさになったら水を止めて大きさを測る。 メジャーや三角定規を使い、風船の円周を測る。</p> <p>② パケツに水を移して、水の量を測る。 1ℓずつ測るにはペットボトル、水が少なくなってきたら計量カップで測る。もしくは体重計。</p> <p>③ 値を表(プリント)に書く。 単位に気をつけよう。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・ がんばれば体積が求められそう。 ・ 円周を測ったけど、半径はどんな関係があるのだろう。 	<p>実際にヘリウム入りの風船を持ってくる。</p> <p>風船によって、大きさ(体積)が異なることに注目させる。</p> <p>提示した風船なら、いくつ必要かを考える。</p> <p>ヘリウム1ℓで1gの浮力があることをおさえる。</p> <p>実験の手順を模造紙に書いて貼り、説明する。</p> <p>次の授業で球の体積の公式を利用して求めた体積と比較するために、円周をはかり、半径を求めておく。</p> <p>体積をはかり、風船にも体積があることを実感する。</p>

(2/2時) 場所：教室

学習活動	指導・援助
<p>○ 前回の確認をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 風船の体積，円周（半径）を測った。 <p>○ 球の体積の公式を提示し，自分達で公式の確認をする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 表面積と体積にも関係があるのだな。 <p>問題</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">この風船の体積はいくつだろうか。そして，この風船がいくつあれば自分は浮けるだろうか。</div> <ul style="list-style-type: none"> ・ ヘリウムが入ってしまっているから，水を入れることが出来ない。 ・ ヘリウムの浮力って本当にそうなのか。 <p>課題</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">ヘリウムの浮力が本当に 1g なのか確かめよう。</div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 実験をする。 <p>予想をたててから，実験する。</p> <p>風船に粘土をつけて，つりあうようにする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 風船の重さも関係してくる。 ・ 紐の重さも関係してくる。 ・ 大体ヘリウムの浮力は 1ℓ で 1g だった。 ○ 各自で問題を解いていく。 ○ 全体で交流する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 実験をしたことによって，球の公式が使うことができるかを判断することができた。 ・ 式を使うと，測ったことのない体積でも求められるのでいいな。 	<p>指導・援助</p> <p>前回は生徒が実験をし求めたデータと球の体積の公式に代入し，求めた体積をグラフにして提示する。</p> <p>ヘリウムの入った風船を生徒に渡す。 (各グループに一つ)</p> <p>ヘリウムの浮力は本当に 1ℓ で 1g の浮力があるのかに疑問を持たせる。</p> <p>風船の重さを生徒に教える。ひもの重さは無視する。</p> <p>体積の公式を利用し，計算を行うときに，単位換算に気をつける。</p> <p>1ℓ = 1000cm³ 1m = 100cm 1kg = 1000g</p> <p>・ 一つの風船で飛ぶことに関連して，3乗根の話をする。</p>

資料 2 .

実験で生徒が集めた体積の値と，球の体積の公式に代入をして求めた値の関係を表したグラフ

A 班

円周 (cm)	22.5	47.6	59.3	63.5	69	84
体積 (ℓ)	0.3	2.17	3.17	4.07	6.35	8.5

B 班

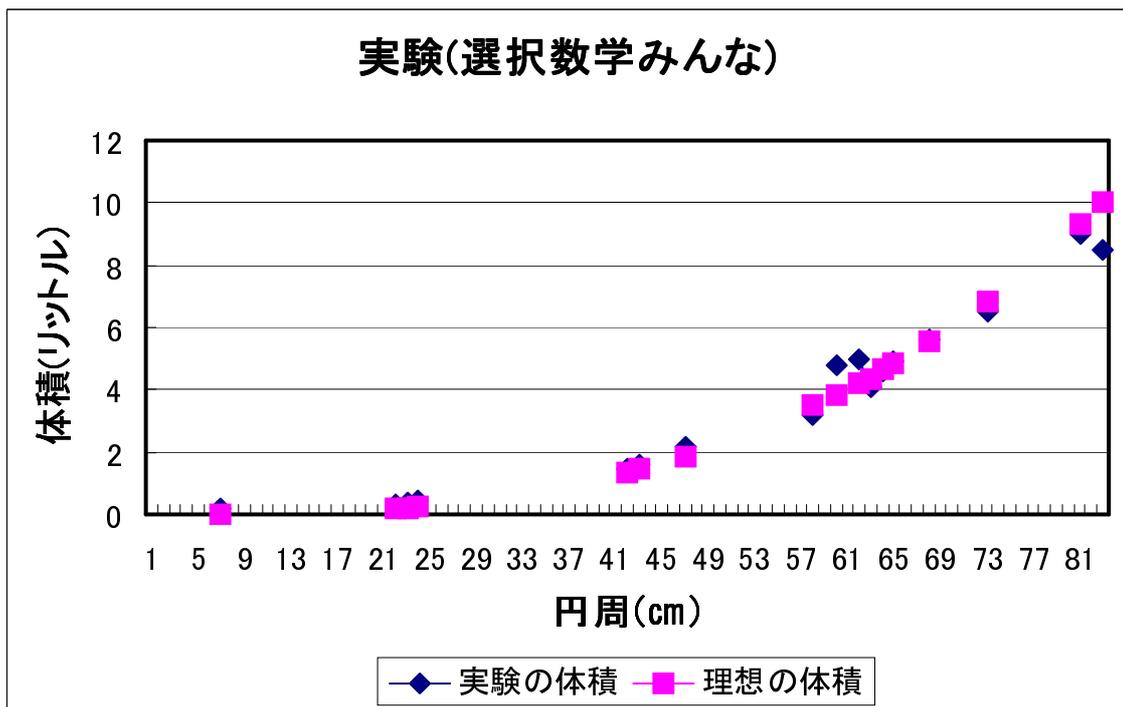
円周 (cm)	8	43	59	63	74
体積 (ℓ)	0.22	1.5	3.8	5	6.5

C 班

円周 (cm)	25	43	61	66	69
体積 (ℓ)	0.45	1.5	4.8	4.92	5.61

D 班

円周 (cm)	23.5	44	59	65	74	82
体積 (ℓ)	0.4	1.65	3.82	4.6	6.2	9



理想の体積とは，球の体積の公式に半径を代入し，体積を求めたものである。