

浮力の指導内容の違いが中学生の理解や意識に及ぼす影響

— アルキメデスの原理の学習の効果 —

石井俊行

(奈良教育大学 理科教育講座 (理科教育学))

田中智貴

(大阪府立北千里高等学校)

吉岡照子

(奈良市立平城東中学校)

Investigation of Instruction Contents Based on the Junior High School Students'
Comprehension and Images of Buoyancy:
Comparative Study of the Lessons with Different Instruction Contents

Toshiyuki ISHII

(Department of Science Education, Nara University of Education)

Tomoki TANAKA

(Kitasenri High School, Osaka)

Teruko YOSHIOKA

(Heijhohigashi Scondary School, Nara)

要旨: 本研究は中学校の浮力の授業において、指導内容の異なる授業を3クラスで実施して学習効果と意識の違いを比較した。その結果、アルキメデスの原理を学習させて水に沈む物体に働く浮力のみならず、水に浮く物体に働く浮力の定量的な内容まで扱うことで、水に浮く物体に働く浮力の理解が有意に向上し、またこの原理を学習した生徒よりも学習しなかった生徒の方が浮力の学習を難しく捉える傾向にあること、さらに中学生は浮力の現象を水に沈む物体に働く力というよりも水に浮く物体に働く力とイメージしていることが明らかになった。

キーワード: アルキメデスの原理 Archimedes' principle

浮力 buoyancy

水に浮く物体 the object which floats on the water

1. はじめに

浮力は、物体の水での浮き沈みなど誰もが経験する身近な現象ではあるが、中学生はもちろん、大学生でさえもなかなかその内容を理解することは難しい(堀,1994)。先日、中学校の公開授業研究会に参加した際に、浮力の学習を一通り終えている中学3年生に「鉄は塊のままでは水に沈んでしまうのに、それを船のような箱形に形を変えたとなぜ水に浮くようになるのですか。」と尋ねたところ明確な回答のできる者はいなかった。

文科省による「はじめて規定」がなくなり、学習指導要領の基準を超えた内容も子どもたちの実態に応じて扱えるようになった。このため、浮力の授業において取り扱う内容が、水に沈む物体に働く浮力の実験のみを行わせ、水に沈む物体に働く浮力の定性的な内容に留める教師、アルキメデスの原理を教えて水に沈む物体に働く浮力の定量的な内容まで扱う教師、それに加えて水に浮く物体に働く浮

力の定量的な内容まで扱う教師と、教師により様々である。アルキメデスの原理は、本来中学校理科学習指導要領の範囲外ではあるが、この原理を学習させることは、中学生の水に沈む物体に働く浮力や水に浮く物体に働く浮力に関する理解を向上させるのであろうか。また、アルキメデスの原理を学習させることを中学生はどのように感じるのであろうか。さらに、中学生は浮力の現象が関わっているものや浮力を利用しているものについてどのようなイメージをもっているのであろうか。これらの疑問に答える報告について調べたものの、浮力に関する授業実践(藤原ら(2012)の消しゴム粘土の形を変化させても浮力の大きさは変わらないことを理解させる実践、戸崎ら(2014)の発泡スチロールトレイを船に見立てた実践、)や素朴概念に関する報告(例えば、堀ら(1994)、住友ら(1995)、稲垣ら(1998)の物体の深さやその形状等で浮力の大きさは変わらないことに言及した報告、新里ら(2014)の重い物体よりも軽い物体の方が浮力は大きく働くという報告)等しか見受けられない。

そこで、これらの疑問を明らかにしたいと考え、以下の実験を行った。その結果、新たな知見が得られたので報告する。

2. 目的

中学校第1学年の浮力に関する指導内容として、水に沈む物体に働く浮力の定性的な内容に留めた学習に比べ、水に沈む物体に働く浮力の定量的な内容、加えて水に浮く物体に働く浮力の定量的な内容を学習させることは、中学1年生の浮力の理解にどのような差を生じさせるのかを明らかにするとともに、浮力の学習に関するイメージに合致した授業はどうあるべきかについて考察する。

3. 方法

3. 1. 調査対象と調査時期

公立中学校第1学年3クラス114人を、3群(A群38人、B群37人、C群39人)に分け、浮力の授業、ポストテスト、意識調査それぞれを2016年12月中旬から下旬にかけて実施した。このうち、浮力の授業、ポストテスト、意識調査のすべてを受けた、A群35人、B群32人、C群34人の生徒を分析の対象とした。なお、生徒は浮力を未習の状態から行った。

3. 2. 調査の流れ

浮力の授業は著者の1人である吉岡が担当する3クラスを3群(A~C群)に分けて実施した。A群には、教科書に基づいた水に沈む物体に働く浮力の定性的な内容の実験(実験Ⅰ)、B群には、水に沈む物体に働く浮力のアルキメデスの原理を含む定量的な内容の実験(実験Ⅱ)を、C群には実験Ⅱに加えて、さらに水に浮く物体に働く浮力の演示実験(実験Ⅲ)を行った。A群、B群、C群ともにすべて50分間という等しい授業時間で実施した¹⁾。授業の翌日に、調査問題と意識調査を実施した²⁾。

3. 3. 調査問題・意識調査

調査問題は、大問1~3の3部構成となっている。それを資料1に示す。大問1は、浮力に関する記述の正誤で浮力の定性的な理解を問う問題で、各1問1点の7点満点とした。大問2は、水に沈む物体に働く浮力の定量的な理解を問う問題で、各1問1点の3点満点とした。アルキメデスの原理を用いなくても浮力の大きさを求めることもできるように、沈める物体(直方体)の三辺の長さも示している。大問3は、水に浮く物体に働く浮力の定量的な理解を問う問題で、各1問1点の4点満点とした。アルキメデスの原理や木片に働く重力と浮力とのつり合いの関係から浮力の大きさを求めることもできるようにしている。意識調査は、中学生の浮力の学習に関するイメージについて尋ねた。それを資料2に示す。

3. 4. 指導内容

(1)共通な導入の部分

レンガをばねばかりにつるし、代表の生徒にばねばかりの指標を読ませ、レンガの重さを測定させた。次に、水をはった水槽に、レンガが水槽の底に接さないように完全に沈めさせ、ばねばかりの指標を読ませてレンガの重さを測定させた。ばねばかりの指標が小さくなったことから、水から上向きの浮力という力が働いていることを説明した。

(2)A群の生徒に実施した実験Ⅰ

実験Ⅰは、多くの教科書に掲載されている、水に沈める物体(図1左のようにフィルムケース内に鉄球のおもりを容器の半分ほど入れたもの)を、空気中での重さをばねばかりで測定させた。次にフィルムケースの半分を水に沈めたときの重さを測定させた。次にフィルムケース全体を水に沈めたとき、さらに物体を深く水に沈めたときの重さをワークシートにそれぞれ記録させた。ワークシートの値をもとに、各々の状態のときの浮力の大きさを求めさせた。また、フィルムケース内の鉄球のおもりの個数を先ほどの2倍程度入れて重さを増やし、同様の実験を行わせてワークシートを完成させた。

(3)B群の生徒に実施した実験Ⅱ

実験Ⅱは、水に沈む物体に働く浮力のアルキメデスの原理を含む定量的な内容を学習させた。実験Ⅱでは、フィルムケースを用いず、水に沈む物体として図1右のような1cm³の金属キューブを18個(18cm³)組み合わせた直方体の金属の物体を用いて行わせた。同型のアルミニウム、鉄、銅の3種類の金属の直方体の物体を用意し、各班にはアルミニウムの金属は共通に行わせ、2つめの実験は、鉄あるいは銅の金属で同様の実験を行わせた。

この1cm³の金属を18個つなぎあわせて直方体を作成した理由は、沈めた部分の体積(6cm³分、12cm³分、18cm³分)が一目で分かるようにし、アルキメデスの原理まで短時間に習得できるように器具にするためである。

はじめに空気中での重さをばねばかりで測定させ、直方体の物体の1/3(6cm³分)を水に沈めたとき、2/3(12cm³分)を水に沈めたとき、全体を水に沈めたとき(18cm³分)、さらに深くまで物体を水に沈めたとき(18cm³分)のばね



図1 フィルムケースに鉄球を入れた水に沈める物体と3種類の金属ブロックを繋げた水に沈める物体

ばかりの測定値をワークシートに記録させ、そこから浮力の大きさを計算させた。各班で測定値を共有させ、あらかじめ黒板にワークシートと同じ数値を班の代表の生徒が書けるように表を作っておき、学級全体でデータを共有した。黒板のデータから気づいたことについて意見を発表させ、水に沈めた部分の体積の数値と実験で求めた浮力の大きさとの数値が一致することを確認した。さらに、水中の物体は、物体が押し退けた水にはたらく重力と同じ大きさの浮力を受けるというアルキメデスの原理についても説明した。

(4)C 群の生徒に実施した実験Ⅲ

C 群の生徒には、実験Ⅱに加えて、さらに水に浮く物体に働く浮力の演示実験(実験Ⅲ)を行い、水に沈む物体に働く浮力と水に浮く物体に働く浮力のアルキメデスの原理を含む定量的な内容も学習させた。実験Ⅲは、具体的には教卓の周囲に生徒を集め、ワークシートは用いずに以下のような実験を見せながら説明を行った。ここでは、実験Ⅱにかける時間を B 群よりも足早に進め、この時間には 10 分間を当てた。

はじめに、縦横 120 mm、高さ 600 mm のプラスチック水槽に水を約 8 分目まで入れ、その水面の位置にマジックで印をつけた。次にプラスチック容器(体積約 440 cm³(80 mm×114 mm×48 mm))の中に紙粘土を詰め、100 g の質量に調節した。これを水に浮かべ、上昇した水面の位置を水槽の表面にマジックで印をつけた。プラスチック容器の重力が 1 N、水に沈んでいる部分の体積が 100 cm³なので、浮力が 1 N 生じ、これらの 2 力はつり合いの状態であることを説明した。さらに、プラスチック容器に質量約 100 g のビー玉(18 個分)を容器に入れ、容器全体の質量を約 200 g にし、上昇した水面の位置を水槽の表面にマジックで印をつけた。この際に、プラスチック容器の重力が 2 N、水に沈んでいる部分の体積が 200 cm³なので、浮力が 2 N となり、これらの 2 力はつり合いの状態であることを説明した。浮力が 3 N、4 N のときも、その都度同様の操作と説明を行った。さらに、プラスチック容器に質量約 100 g のビー玉(18 個分)を容器に入れると、容器全体の質量が約 500 g になる。容器の外側の容積は約 440 cm³なので、ここではビー玉を少しずつ入れていき、プラスチック容器の上面が水面にすれすれの限界の状態を見せ、そこへ 1 個のビー玉を載せることで、プラスチック容器全体が水に沈んでいく様子を生徒に観察させた。プラスチック容器が沈んでしまったのは、プラスチック容器全体にかかる重力につり合うだけの浮力をプラスチック容器全体が水中に沈んでも作り出せなかったためであることを説明した。最後に、水槽の表面に付けたマジックの印の間隔が等間隔に並んでいることから、1 目盛り分の水の体積 100 cm³が物体の押し退けた水の体積に相当し、その水の重さは 1 N で、このため浮力が 1 N 生じたことを説明した。また、プラスチック容器はそれぞれの時点での重さに合わせて、容器を水中部分に沈めて、水に浮くための浮力

を生じさせていることも説明した。

4. 結果と考察

4. 1. 両群の等質性

3 群間における等質性については、直近の 100 点満点の理科の定期テストの結果(A 群: 58.0 点、B 群: 56.3 点、C 群: 59.1 点)をもとに、3 群間での学力差を一元配置分散分析法で調べた。その結果、3 群間での学力差はみられず 3 群は等質とみなせる結果を得た(F(2,111)=0.182, n.s.)。

4. 2. 学習内容の違いによる浮力の理解の比較

調査問題における A 群、B 群、C 群の 3 群間のテストの大問 1～3 の各平均値を表 1 に示す。表 1 の大問 1～3 における平均値を見てみると、A 群、B 群、C 群の 3 群間で差があるのかの判断は難しい。そこで、これらを確認するために一元配置分散分析法を行った。その結果を表 2 に示す。この結果から、浮力の定性的理解を問う大問 1 では、群(A 群、B 群、C 群)間で有意差は認められなかった(F(2,98)=0.19, n.s.)。また、水に沈む物体に働く浮力のアルキメデスの原理を含む定量的理解を問う大問 2 でも、群(A 群、B 群、C 群)間で有意差は認められなかった(F(2,98)=0.35, n.s.)。このことから、A 群、B 群、C 群には教科書に基づいた水に沈む物体に働く浮力の定性的な内容、水に沈む物体に働く浮力のアルキメデスの原理を含む定量的な内容の理解には差がなかったと言える。しかし、水に浮く物体に働く浮力の定量的な理解を問う大問 3 では、群間(A 群、B 群、C 群)で有意差が認められた(F(2,98)=7.24, p<.01)。このため、大問 3 のみ群間での多重比較検定(Tukey-Kramer 法)を行った。その結果、表 3 に示すように、A、C 群間のみで 1% 水準の有意差が認められた。このことは当然ではあるが、水に浮く物体に働く浮力について考える際に、浮力の定性的な内容に留めた A 群に比べ、水に沈む物体に働く浮力のアルキメデスの原理を

表 1 調査問題大問 1～3 における各群の平均値、不偏分散、標準偏差、及び標準誤差

大問	群	データ数	平均値	不偏分散	標準偏差	標準誤差
1	A	35	5.29	1.09	1.05	0.18
	B	32	5.13	1.53	1.24	0.22
	C	34	5.15	1.52	1.23	0.21
2	A	35	1.54	1.14	1.07	0.18
	B	32	1.75	1.42	1.19	0.21
	C	34	1.56	1.22	1.11	0.19
3	A	35	1.26	1.73	1.31	0.22
	B	32	1.78	1.72	1.31	0.23
	C	34	2.47	1.83	1.35	0.23

表2 調査問題大問1～3における分散分析表

大問		平方和	自由度	平均平方	F 値	p 値
1	群間	0.52	2	0.26	0.19	0.83
	郡内	134.91	98	1.38		
	全体	135.43	100			
2	群間	0.87	2	0.44	0.35	0.71
	郡内	123.07	98	1.26		
	全体	123.94	100			
3	群間	25.51	2	12.76	7.24	0.01
	郡内	172.63	98	1.76		
	全体	198.14	100			

表3 多重比較検定(Tukey-Kramer 法)の結果

比較	平均値差	検定値	結果
A, B	-0.52	1.61	n.s.
A, C	-1.21	3.80	$p < .01$
B, C	-0.69	2.11	n.s.

含む定量的な内容の学習に加え、水に浮く物体に働く浮力についても併せて学習させることで、C群は水に浮いている物体に働く浮力の定量的な理解が深まったと言える。一方、水に浮く物体に働く浮力は、第3学年で学習する「重力と浮力のつり合いの関係」が関係し、物体の質量や密度の違いで水中部分に沈む体積も異なる。このため、水に沈む物体に働く浮力の求め方と水に浮く物体に働く浮力の求め方は違うと思い込んでいる生徒もいるのではないだろうか。このことを防ぐためにも、C群に実施したように、水に沈む物体に働く浮力のアルキメデスの原理を含む定量的な内容の学習に加え、水に浮く物体に働く浮力についても併せて学習させることは、水に沈む物体も浮く物体も共通に物体が水中に沈んでいる部分の体積（例えば、物体が水中に100 cm³沈むと物体は水から上向きに1 Nの浮力を受ける）が関与することを理解し易くなるものと考えられる。このことで「鉄は塊のままでは水に沈んでしまいますが、それを船のような箱形に形を変えたとなぜ水に浮くようになるのですか。」と尋ねられても生徒は自信をもって返答できるようになると考える。

4. 3. 浮力の学習に関する生徒の意識

意識調査の結果を表4に示す。「(1)浮力の単元の学習は簡単でしたか。」の質問において、浮力の定性的な内容に留めたA群の約8割(27人(77.1%))の生徒が「難しい」と回答しているのに対し、浮力のアルキメデスの原理を含む定量的な内容を学習させたB群では14人(43.8%)、C群では19人(55.9%)しか「難しい」と回答していない。この

数値を見る限りでは、物体に働く浮力についてアルキメデスの原理を学習させて定量的に扱うことで「難しい」と感じる生徒が少なくなったようにも見える。これを確かめるために、多重比較検定法(Steel法)を用いた。その結果を表5に示す。この表から分かるように、浮力の学習に対して「難しい」と感じる生徒数がA、B群間で5%水準の有意差が認められた(順位和と期待値の差の絶対値:199が棄却値:150.6よりも大きい)。このことから浮力のアルキメデスの原理を含む定量的な内容を学習した生徒よりもそれを学習しなかった生徒の方が浮力の学習を「難しい」と感じる傾向にあると言える。一方、A、C群間には生徒の意識が5%水準での有意差が認められなかった(順位和と期待値の差の絶対値:126.5が棄却値:150.6よりも大きい)。これは水に沈む物体に働く浮力の定量的な内容を学習させた上に、さらに水に浮く物体に働く浮力の定量的な内容まで併せて学習させたため、多くのことを一度に理解せざるを得ず、浮力は「難しい」と回答したものと思われる。

表4 浮力に関する生徒の意識(人)

	選択肢	A群	B群	C群	全体
(1)	浮力の単元の学習は簡単でしたか？				
	・難しい	27	14	19	60
	・ふつう	8	15	15	38
	・簡単	0	3	0	3
	計	35	32	34	101
(2)	水に浮く物体にはたらく浮力についても学習した方が良いと思いますか？				
	・思う	27	22	30	79
	・思わない	8	10	4	22
	計	35	32	34	101
	(2)で水に浮く物体を学習した方がよい理由は？				
・もっと詳しく学習すれば知識が深まる	14	11	15	40	
・日常生活に生きてくる、将来役に立つ	4	7	8	19	
・水に沈む物体と水に浮く物体の違いが分かる	6	2	2	10	
・その他(無答も含む)	3	2	5	10	
計	27	22	30	79	
(3)	(2)で水に浮く物体を学習しない方がよい理由は？				
	・水に沈む物体が分からないのに意味がない	5	6	2	13
	・役に立たない、必要ない	1	1	0	2
	・水に沈む物体が分かれば水に浮く物体もわかる	0	2	0	2
	・密度でわかるから	0	1	0	1
・その他(無答も含む)	2	0	2	4	
計	8	10	4	22	
(4)	浮力の現象がかかわっているもの、浮力を利用してのものができるだけあげてください。				
	・水に浮く物体のみ	26	21	29	76
	・水に浮く物体と水に沈む物体の両方	4	4	0	8
	・水に沈む物体のみ	2	0	2	4
	・その他(無答も含む)	3	7	3	13
計	35	32	34	101	

表5 A群、B群間、及びA群、C群間での浮力を「難しい」と回答した生徒数の分析結果(Steel法)

比較する群	順位和	2群のデータ数	期待値	分散	順位和 - 期待値	棄却値
A群,B群	991.0	67	1190	4636.0	-199.0	150.6
A群,C群	1098.5	69	1225	4628.8	-126.5	150.5

「(2)教科書では水に沈む物体に働く浮力しか学習しません。この他に、水に浮く物体に働く浮力についても学習する方がよいと思いますか。」の質問に対して、「思う」と回答した生徒が A 群、B 群、C 群全体の約 8 割(101 人中 79 人)の生徒が肯定的に回答していた。

「(3)(2)でそう思った理由はなぜですか。」では、「水に浮く物体にはたらく浮力についても学習した方がよいと思う。」と回答した生徒の多くは、「もっと詳しく学習すれば知識が深まる。」が約 5 割(101 人中 40 人)、「日常生活に生きてくる。将来役立つ。」が約 2 割(101 人中 19 人)、「水に沈む物体と水に浮く物体の違いが分かる。」が約 1 割(101 人中 10 人)と、浮力についてもっと知りたいという学習意欲があることが分かる。一方、「水に浮く物体にはたらく浮力について学習しない方がよいと思う。」と回答した生徒の多くは、「水に沈む物体に働く浮力も分からないのに意味がない。」といった、水に沈む物体に働く浮力の理解がままならない状態で、水に浮く物体に働く浮力まで学習を広げることには不快であることが窺える。「(4)浮力の現象がかかわっているもの、浮力を利用しているものができるだけあげてください。」の質問では、浮き輪、船、ボートのように水に浮く物体についてのみ回答した生徒は 101 人中 76 人、潜水艦のように水に浮き沈みをする物体、あるいは浮き輪と岩のように水に浮く物体と水に沈む物体の両方を回答した生徒は 101 人中 8 人、岩のように水に沈む物体のみを回答した生徒は 101 人中 4 人であることが分かる。これらのことから、約 8 割(101 人中 84 人)の生徒が浮力の現象に関わっていたり、浮力を利用していたりしているものを、浮き輪、船、ボートのような水に浮く物体に働く力とイメージしていることが分かる。

5. おわりに

中学校の浮力の授業は、定性的な内容に留めたり、学習指導要領の範囲外のアルキメデスの原理を学習させて水に沈む物体に働く浮力や水に浮く物体に働く浮力の定量的な内容まで扱ったりと教師により様々である。本研究は、3 クラスで指導内容の異なる授業を実施し、学習効果と意識の違いを比較した。その結果、アルキメデスの原理を学習させて水に沈む物体に働く浮力のみならず、水に浮く物体に働く浮力の定量的な内容まで扱うことで、水に浮く物体に働く浮力の理解が有意に向上し、この原理を学習した生徒よりも学習しなかった生徒の方が浮力の学習を難しく捉える傾向にあることが明らかになった。さらに、中学生は浮力の現象を水に沈む物体に働く力というよりも水に浮く物体に働く力とイメージしていることが明らかになった。

以上のことから、大学生でも理解することの難しい浮力を、中学生に易しく捉えさせるためにも、また中学生は浮力の現象を水に沈む物体に働く力というよりも水に浮く物体に働く力とイメージしているもので、このイメージと一

致させるためにも、発展的な内容としてアルキメデスの原理を学習させて、水に沈む物体に働く浮力のみならず、水に浮く物体に働く浮力についても学習させていきたい。

注

- 1) より多くの時間を使って指導すれば生徒の理解が深まるのは当然であるという考え方もあるため、C 群の生徒には多くの指導内容を盛り込んだが、敢えて A、B、C 群の授業時間を 50 分間に統一した。
- 2) 調査問題のテスト後から約 1 か月後に理解の状況を知るために同一のテストを実施した。しかし、復習の取組がそれぞれの生徒で違うため、比較することは難しいと判断し割愛した。なお、全調査終了後、教育の機会均等に配慮し、A 群にはアルキメデスの原理を、A、B 群には水に浮く物体に働く浮力についても授業を行った。

参考文献

- 藤原玄宜・川上紳一(2012), 浮力の大きさが物体の体積に関係していることを実感できる観察・実験の工夫～第 1 学年「身近な物理現象」浮力の学習を通して～, 岐阜大学教育学部研究報告自然科学, 36, 55-60.
- 堀哲夫(1994), 理科教育学とは何か-子どもの科学的概念の形成と理解研究を中心にして-, 46-94 東洋館.
- 堀哲夫・宮澤研(1994), 科学的概念の形成と理解～「浮力」概念の形成と教科書の内容構成について～, 日本理科教育学会研究紀要, Vol.35(1), 1-10.
- 稲垣成哲・野上智行・住友弘子(1998), 浮力に関する素朴理論～学習者における物体の形状にかかわる素朴理論の構成と学校的な問題を解くこととの関連～, 日本理科教育学会研究紀要, Vol.38(3), 204-214.
- 新里和也・古屋光一(2014), 中学生から大学生までの水中の「浮力」に関する認識調査～「浮力」の概念に関する指導方略への提言～, 理科教育学研究, Vol.54(3), 403-417.
- 住友弘子・野上智行・稲垣成哲(1995), 物体の形状が浮力の認識に及ぼす影響, 神戸大学人間科学研究, 3(1), 27-33.
- 戸崎隆雄・鬼武昭洋・田村健三・佐伯英人(2014), 「石を船底に釣った船」が沈まない理由を考えさせる授業～中学校の第 1 学年「力と圧力」において～, 日本理科教育学会中国支部大会研究発表要項 63, 53.

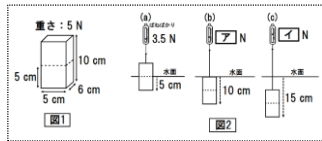
資料1 調査問題

資料2 意識調査

必要に応じて以下の関係を用いて問題を解きなさい。
 100 g の物体にはたらく重力の大きさを 1 N
 100 cm³ の水の重さを 1 N

- 【1】浮力についての記述で正しいものに○、誤っているものに×を付けなさい。
- (ア) 水底に沈んでいる物体には浮力ははたらかない 【 】
 - (イ) 水に浮いている物体には浮力ははたらかない 【 】
 - (ウ) 物体が完全に沈んでから、沈める深さが深いほど浮力は大きくなる 【 】
 - (エ) 水に沈んだ部分の体積が大きいほど浮力は大きくなる 【 】
 - (オ) 物体の体積が同じでも、質量が大きいほど浮力は大きくなる 【 】
 - (カ) 同じ体積の物体を水に沈めた時、物体の形によって浮力の大きさも変わる 【 】
 - (キ) 浮力の大きさは物体が何の物質でもできているから決まる 【 】

【2】図1のような高さ 10 cm、体積が 300 cm³、重さが 5 N のおもりを水に沈める実験を行った。以下の問いに答えなさい。



- (1) 図 2 (a) のようにおもりを 5 cm 水に沈めるとばねばかりの値は 5 N から 3.5 N になった。このとき、おもりにはたらく浮力は何 N か求めなさい。

(式) N

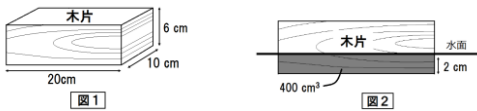
- (2) 図 2 (b) のように、さらにおもりを 5 cm (水面から 10 cm) 水に沈めると、おもりはちょうど水に沈んだ。このとき、おもりにはたらく浮力は何 N か求めなさい。また、ばねばかりが示す値 (ア) を答えなさい。

(式) 浮力 N, ア N

- (3) 図 2 (b) からさらに 5 cm (水面から 15 cm まで) おもりを沈めた。このとき、おもりにたらく浮力は何 N か求めなさい。また、ばねばかりが示す値 (イ) を答えなさい。

(式) 浮力 N, イ N

【3】図1のような、4 N (400 g) の木片がある。木片を水に浮かべると図2のように 400 cm³ だけ沈んで水に浮かんだ。この浮いている木片の上におもりをのせていく実験を行った。以下の問いに答えなさい。



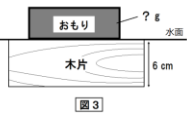
- (1) 図 2 の状態で、木片にはたらく浮力の大きさは何 N か求めなさい。

(式) N

- (2) この木片の上に 3 N (300 g) のおもりをのせたとき、さらに水に沈んだ部分の体積は何 cm³ 増えるか求めなさい。

(式) cm³

- (3) ある重さのおもりをのせたところ、図3のように木片の上面と水面とが一致した。このとき水に沈んだ部分の体積は何 cm³ だけ増えたか求めなさい。



(式) cm³

- (4) (3) のとき、木片の上に何 N のおもりをのせたか求めなさい。

(式) N

次の質問に答えてください。

- (1) 浮力の単元の学習は簡単でしたか？当てはまるものに○をつけてください。
 簡単だった ・ ふつうだった ・ 難しかった
- (2) 教科書では「水に沈む物体にはたらく浮力」しか学習しません。この他に、「水に浮く物体にはたらく浮力」についても学習する方がよいと思いますか？当てはまるものに○をつけてください。
 思う ・ 思わない
- (3) (2) でそう思った理由はなぜですか？
- (4) 浮力の現象がかかわっているもの、浮力を利用しているものをできるだけあげてください。