

「運動とエネルギー」

～世羅町 今高野山に大阪城を超える城を築城しよう！①・②～

令和4年9月21日(水) 6校時 第3学年B組(男子11名 女子13名)【第2理科室】

令和4年9月22日(木) 5校時 第3学年B組(男子11名 女子13名)【第2理科室】

1 単元について

(1) 単元観

本単元は、学習指導要領(理科編) [第1分野] の「(5)運動とエネルギー」の次の内容を受けて設定している。

(ア) 力のつり合いと合成・分解

⑦ 水中の物体に働く力

水圧についての実験を行い、その結果を水の重さと関連付けて理解すること。また、水中にある物体には浮力が働くことを知ること。

⑧ 力の合成・分解

力の合成と分解についての実験を行い、合力や分力の規則性を理解すること。

本単元では、水中の物体に働く力、力の合成・分解について、見通しをもって観察、実験を行い、その結果を分析して解釈し、水中で圧力が働くことや物体に働く水圧と浮力との定性的な関係を理解し、合力や分力の規則性を見いだして理解させるとともに、力のつり合いと合成・分解に関する観察、実験の技能を身に付けさせることが主なねらいである。

(2) 生徒観

本学年の生徒は、理科の授業に対して落ち着いて取り組み、実験に対しても意欲的である。これまで、小学校では、第5学年で「振り子の運動」について学習している。また、中学校では、第1学年の「(1)身近な物理現象」で力の基本的な働きや2力のつり合い、第2学年の「第2分野 (4) 気象とその変化」で圧力や大気圧について学習している。

1学期に実施した標準学力調査では、設問5-(2)の光と葉のはたらきとの関係を調べる実験の条件を構想する問題において、正答率が32.1%、設問12-(2)のポンプを動かして水がくみ上げられた理由を記述する問題において、正答率が21.4%と他の問題に比べて低かった。このことから、課題に対して仮説の設定と実験方法の立案、身の回りの現象を既習事項と結び付けて考えることに課題があると考えられる。設問5の場合は、植物のはたらきを確かめるためには、対照実験になるように「変える条件」と「変えない条件」を設定する必要がある、そのために仮説を設定し、実験の見通しをもって実験に取り組むことが大切であるが、標準学力調査の結果より、実験ごとに仮説の設定はできているものの、仮説を確かめる実験方法の立案において、教師が実験の手立てをしすぎてしまい、生徒の力を伸ばしきれなかったことが原因として考えられる。また、設問12の場合は、地下の水をくみ上げるポンプやトリチェリの実験で大気圧によって液体が押し上げられることを説明するには、空気にも重さがあり、その重さによって垂直に物体を押す力がはたらいていることを理解しておく必要があるが、既習事項である大気圧について復習する機会を十分に取れていなかったこと、大気圧によって起こる身近な物理現象の紹介が不十分であったことが原因として考えられる。

(3) 指導観

本単元の指導においては、次の3点の指導方法を工夫し、授業を展開していく。

- ①見通しをもって実験ができるように仮説の設定に十分に時間を取ってから実験に取り組む。考察をする際は、個人思考と集団思考の時間を十分に取って、浮力の大きさにおける規則性や関係性を見いだして表現するとともに、探究の過程を振り返らせることで、探究を深めさせたい。
- ②身近な題材を使った実験を行うことで、扱っている事象が理科室の中だけで起こっているものではなく、日常生活や社会の中で見られることに気付かせ、身近な物理現象に対する興味・関心を高めるようにするとともに、これまで学んだことと関連付けながら身の回りの事象を捉えさせたい。
- ③主体的な学びになるように、教師から提示する実験の道筋はできるだけ少なくし、安全に配慮した上で、可能な限り生徒が立案した実験方法で行う。また、個人思考の時間を取った上で、集団思考を行い、生徒同士で意見を出し合うことで思考を深めさせたい。


2 単元の見方・考え方を働かせて、水中の物体に働く力、力の合成・分解についての観察、実験などを行い、日常生活や社会と関連付けながら理解させるとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付ける。(知識及び技能)

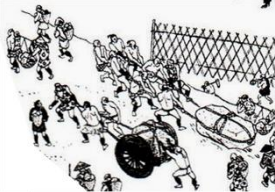
- 理科の見方・考え方を働かせて、水中の物体に働く力、力の合成・分解についての観察、実験などを行い、日常生活や社会と関連付けながら理解させるとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付ける。(知識及び技能)
- 力のつり合いと合成・分解について、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、規則性や関係性を見だし表現するとともに、探究の過程を振り返らせるなど、科学的に探究する。(思考力、判断力、表現力等)
- 力のつり合いと合成・分解に関する事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度を養う。(学びに向かう力、人間性等)

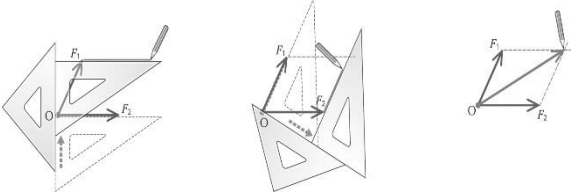
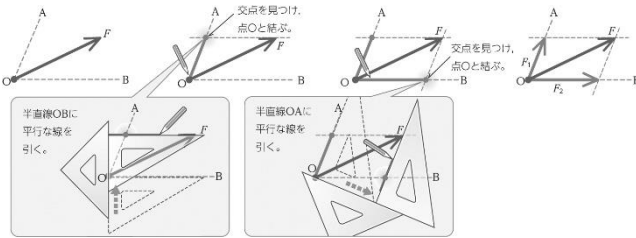
3 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
力のつり合いと合成・分解を日常生活や社会と関連付けながら、水中の物体に働く力、力の合成・分解についての基本的な概念や原理・法則などを理解するとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	力のつり合いと合成・分解について、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、力のつり合い、合成や分解の規則性や関係性を見だして表現しているとともに、探究の過程を振り返るなど、科学的に探究している。	力のつり合いと合成・分解に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

4 単元の指導計画 (本時 1 / 7 時間及び 2 / 7 時間)

時	学 習 内 容	知・技	思・判・表	態
		() 内は評価方法 ◎記録に残す評価 ○指導に生かす評価		
1 【本時】	<p>○『まなびのとびら～世羅町をプロデュース～』の案として、今高野山に大阪城を超える城を築城し観光名所にしたい。石垣に使う石を瀬戸内海の小豆島から世羅町まで運ぶにはどうしたらよいだろうか。</p>  <p>課題の設定</p> <p>〔課題〕 大きな石を船で運ぶにはどうすればよいか？</p> <p>情報の収集 整理・分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・船の模型と石を使って、石を運ぶ方法を考え、2人1組で実験を行い、全体で意見を交流する。 ・石を水中に沈めて船にぶら下げて運ぶことで、大きな石を運ぶことができる。水中に沈めることで、より大きな浮力がはたらくことを見いだす。 <p>〔新たな疑問〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浮力の大きさは、何によって決まるのか？ 		◎	(ワークシート)

<p>2 【本時】</p>	<p>課題の設定 → 創造・表現 → 実行 → 整理・分析</p> <p>〔課題〕浮力の大きさは、何に関係するのか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・前時の実験より、水中に物体があるとき浮力がはたらいていることを確認し、何に関係するか仮説を設定する。 ・仮説を確かめるために「変える条件」と「変えない条件」を考えて実験方法を立案し、実験を行う。 ・実験結果から、浮力の大きさは水中にある物体の体積のみ関係することを見いだす。 		<p>◎ (ワークシート)</p>	
<p>3</p>	<p>課題の設定 情報の収集</p> <p>〔課題〕浮力はどのようにしてはたらくのか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・手をポリエチレンの袋に入れたまま水中につけて、袋の変化を体感することで水圧について理解する。 ・モデル図の水中のポリエチレンにはたらく水圧を記述することで、上下の水圧の差に気付かせる。 <p>まとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水圧は水の重さによって生じ、深さが深いほど大きく、あらゆる向きにはたらく。 ・上下の水圧の差によって浮力がはたらく、浮力の大きさは水中にある物体の体積のみ関係する。 	<p>○ (理科ノート)</p>		
<p>4</p>	<p>○尾道まで船で運んだ石を世羅町まで運びたい。石を引っ張るには、どのように力を加えればよいだろうか。</p>  <p>課題の設定</p> <p>〔課題〕1つの物体に2つの力がはたらくとき、2つの力とその合力はどのような関係か？</p> <p>情報の収集</p> <ul style="list-style-type: none"> ・体育大会で行う綱引きで、一直線上で同じ方向に引いたときと反対向きに引いたときを思い出し、2つの力がはたらいたとき、合力はどうなるか仮説を設定する。 ・ばねばかりとひも、リングを用いて実験を行い、次の式が成り立つことを見いだす。 <p>【一直線上ではたらく2力の合成】</p> <p>(同じ向き) $F = F_1 + F_2$ (反対向き) $F = F_1 - F_2$</p> <p>※F_1とF_2の力が大きい方に動く。上の式で求められる合力は、F_1の方が大きかった場合の合力。</p>		<p>○ (ワークシート)</p>	

5	<p>課題の設定 情報の収集</p> <p>〔課題〕 2つの力が角度をもってはたらくとき、合力はどうやって求めるか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ばねばかりとひもを用いて実験を行い、2つの力を2辺とする平行四辺形を書くことで、合力を求めることができるを見いだす。 <p>【角度をもってはたらく2力の合成】</p> <p>力の平行四辺形の法則… 2力を表す矢印を2辺とする平行四辺形の対角線が、2力の合力を表す。</p> 		◎ (ワークシート)	
6	<p>課題の設定 情報の収集</p> <p>〔課題〕 1つの力を2つの力に分解するにはどのようにすればよいか？</p> <ul style="list-style-type: none"> もとの力を対角線とする平行四辺形を作図し、となり合う2辺が分力になることを見いだす。 	○ (理科ノート)		
7	<p>まとめ</p> <p>〔課題〕 <u>石垣に使う石を瀬戸内海の小豆島から世羅町まで運ぶにはどうしたらよいだろうか。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 水中にある物体の体積が大きいほど、浮力は大きくなり、石を船から水中にぶら下げること大きな石を運ぶことができる。 石を2人で引くとき、2人と石の間の角度が小さいほど分力は小さくなり、大きな石を運ぶことができる。 	○ (理科ノート)		

5 本時の学習

【1時間目】

(1) 本時の目標

- 石を船で運ぶ方法を、模型を用いて考えることで、水中にある物体には上向きの力がはたらくことを見いだす。

(2) 観点別評価規準

- 模型を用いた実験結果から、水中の石にはたらく力に気付くことができ、船で大きな石を運ぶことができる理由を重力と浮力の関係を含めて説明できる。(思考・判断・表現)

(3) 準備物

発泡スチロールで作った船、石材(大, 中, 小), 水槽, ひも, 網, Chromebook, 電子黒板ワークシート

(4) 学習過程

	学 習 活 動	指導上の留意点 (・) 配慮を要する生徒への支援 (◆)	評価規準 教科の指導事項 (○)
導入	<p>○『まなびのとびら～世羅町をプロデュース～』の案として、今高野山に大阪城を超える城を築城し観光名所にしたい。石垣に使う石を瀬戸内海の小豆島から世羅町まで運ぶにはどうしたらよいだろうか。</p> <p>・船の模型を用いて、できるだけ大きな石を尾道まで運ぶ方法を考える。 【課題の設定】</p>	<p>◆自然事象に興味・関心をもてるように、世羅町を題材にする。</p> <p>・社会との関連付け</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日本三名城の大阪城(豊臣秀吉により築城) ・瀬戸内海の小豆島には、大阪城の石垣に使われている花こう岩の石切り場がある。 ・尾道は、大田荘(世羅町)から高野山(和歌山)へ納められる年貢米を運ぶ輸送船が停泊する中継地として発展した。 	
展開	<p>(1) 課 題</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">大きな石を船で運ぶにはどうすればよいか?</p> <p>(2) 個人思考1</p> <p>・モデル図と工夫した点をワークシートにまとめる。 【仮説の設定】</p> <p>(3) 集団思考1</p> <p>・個人で考えたモデル図を交流する。 【実験計画の立案】</p> <p>・3種類の石と船の模型、水槽を用いて、仮説を実証する。(2人1組)</p> <p>・実験結果を撮影し、Classroomのスライドにのせる。 【実験・結果の整理】</p> <p>(4) 個人思考2</p> <p>・実験結果をまとめ、大きな石を船で運ぶにはどうすればよいか考察する。 【考察】</p> <p>(5) 集団思考2</p> <p>・個人思考で考えたことをグループで話し合い、ワークシートにまとめる。</p> <p>・全体で意見を発表する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>[生徒の記述例]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水に石を沈めた方が大きな石を運べる。 ・水に石を沈めると、石に浮力がはたらく、大きな石を運ぶことができる。 ・船に石を載せた場合、船のみに浮力がはたらくが、石を水中に沈めることで、石にも浮力がはたらく。よって、より大きな石を運ぶことができる。 </div>	<p>◆集団思考において、意見を交流するとともに、模型を用いて実験することで、浮力を活用することに気付かせたい。</p> <p>【船に石を載せた場合】</p> <p>【石を水中に沈めた場合】</p> <p>・浮力 > 重力 物体は浮く。 ・浮力 < 重力 物体は沈む。</p>	<p>○思考・判断・表現</p> <p>B: 水中にある物体には上向きの力がはたらくことを見いだしている。</p> <p>A: 水中にある物体には上向きの力がはたらく、重力との関係で浮き沈みが見いだしている。</p>

(4) **まとめ**

石を水中に沈めて船にぶら下げて運ぶことで、大きな石を運ぶことができる。船に石を載せた場合、船のみに浮力がはたらくが、石を水中に沈めることで、石にも浮力がはたらく。よって、より大きな石を運ぶことができる。

まとめ

- ・浮力の大きさは、何に関係するのか？
【新たな疑問】
- ・授業で習った語句を活用して、授業の振り返りを行う。

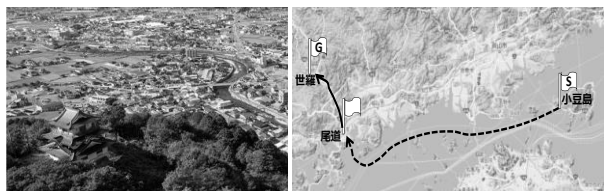
- ・「授業の振り返り」に何も見ずに学習したことを自分の言葉で書かせることで、本時で学習したことを整理させる。
- ◆授業で学習した語句を意図的に使わせるために、授業で学習した語句を用いた場合はマーカーを引き、その数だけ加点する。

3年理科実験レポート NO.11 <エネルギー 実験1>

組 番 氏名 _____

○今高野山に大阪城を超える城を築城し、観光名所に！

実験日： 月 日 () 実験場所：() 天気： _____

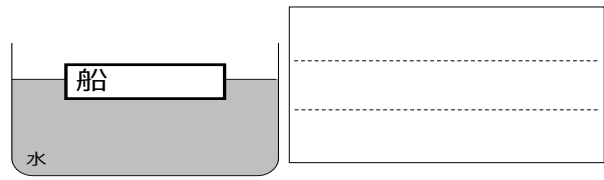


【課 題】

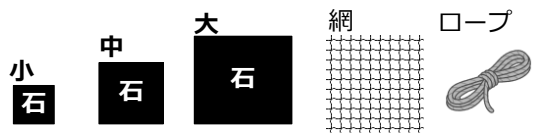
大きな石を船で運ぶにはどうすればよいか？

【仮 説】

どのようにしたら大きな石を多く運べるか？
図に書き込み、工夫する点を説明しよう



(実験道具)



※理科室にある物なら使用可

【実験方法・結果】

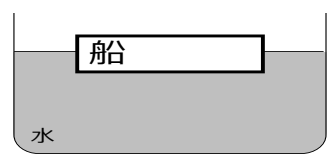


	個数	ポイント
石 小(4個) 1ポイント		
石 中(2個) 3ポイント		
石 大(1個) 7ポイント		
	合計	

【考 察】

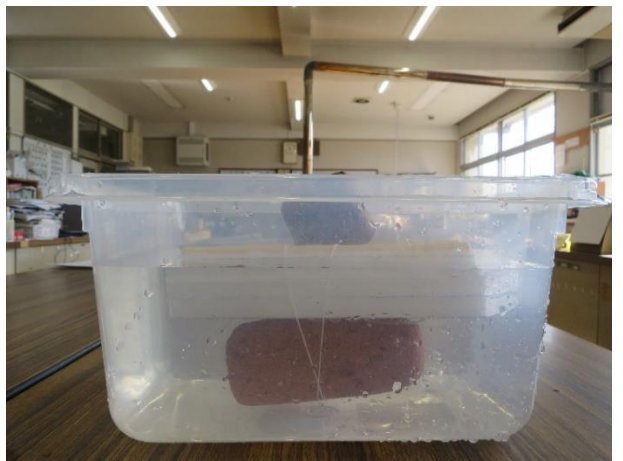
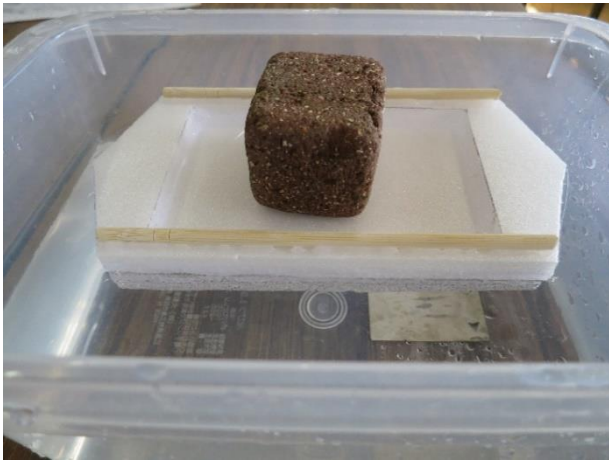
大きな石を船で運ぶにはどうすればよいか？

(自分の考え)



(全体でのまとめ)

ポイントが最も高かったペア



【2時間目】

(1) 本時の目標

- ・水中の石にはたらく浮力の大きさに何の関係しているか仮説を設定し、実験方法を立案することで、見通しをもって実験に取り組むことができる。また、実験結果を用いて、浮力の大きさは水中の物体の体積が関係していること見いだすことができる。

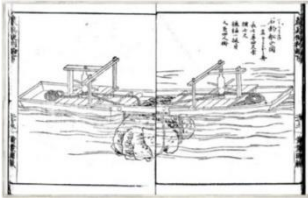
(2) 観点別評価規準

- ・浮力の大きさは、何に関係するか仮説を立て、その仮説を確かめるために「変える条件」「変えない条件」を制御した実験方法を立案できる。(思考・判断・表現)

(3) 準備物

水槽、ばねばかり、おもり、容器、輪ゴム、Chromebook、電子黒板、ワークシート

(4) 学習過程

	学 習 活 動	指導上の留意点 (・) 配慮を要する生徒への支援 (◆)	評価規準 教科の指導事項 (○)
導 入	<ul style="list-style-type: none"> ・大きな石を運ぶには水中で石を船に固定し、石にも浮力をはたかせることで、大きな石を運べることを復習する。 ・石にはたらいている浮力の大きさは、何に関係するのか考える。 【課題の設定】 	◆船の模型を用いて、浮力について実感させてから、本時の課題に入る。 	
展 開	(1) 課 題 <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center;">浮力の大きさは、何に関係するのか？</div> (2) 個人思考1 <ul style="list-style-type: none"> ・船の模型を用いて行った実験から、浮力の大きさには何の関係しているのか考える。 【仮説の設定】 (3) 集団思考1 <ul style="list-style-type: none"> ・グループで仮説を交流し、それを確かめる方法を考える。 【実験計画の立案】 ・グループで実験を行い、実験結果を記録する。 【実験・結果の整理】 (4) 個人思考2 <ul style="list-style-type: none"> ・実験結果をまとめ、浮力の大きさは、何に関係するのか考察する。 【考察】 	◆仮説と実験方法を考える時間を十分とり、見通しをもって実験に取り組ませる。配慮が必要な生徒へは机間指導を行い、実験が作業にならないように支援する。 ・仮説を確かめる実験方法が対照実験になっているか確認する。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> 【対照実験】 ある条件の効果を調べるために、他の条件は全く同じにして、その条件のみを除いて行う実験。除いたときと除かないときの結果を比較する。 </div> ・仮説では、浮力に関係していると考えられるものを全て上げさせ、物体の質量と体積は浮力とは関係ないことも実験で調べさせる。	○思考・判断・表現 B：浮力の大きさは、何に関係するか仮説を立て、その仮説を確かめる方法を立案している。 A：浮力の大きさは、何に関係するか仮説を立て、その仮説を確かめるために「変える条件」「変えない条件」を制御した実験方法を立案している。

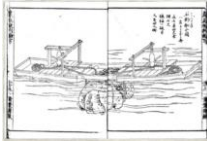
	<p>(5) 集団思考2</p> <ul style="list-style-type: none"> 個人思考で考えたことをグループで話し合い、ワークシートにまとめる。 全体で意見を発表する。 <p>[生徒の記述例]</p> <ul style="list-style-type: none"> 浮力の大きさは、体積が関係している。 浮力の大きさは、水中にある物体の体積が関係している。 浮力の大きさは、水中にある物体の体積のみに関係し、質量と深さは関係しない。 	<p>◆個人で考察を考える時間を十分にとった後、グループで協議し、全体で交流することで、考察の仕方を確認する。また、考察を書く欄を(個人)(グループ)(全体)の3つに分けることで、思考の深まりを感じさせたい。</p>	
<p>まとめ</p>	<p>(4) まとめ</p> <p>浮力の大きさは、水中にある物体の体積のみに関係し、質量と深さは関係しない。水中の物体の体積が大きいほど、浮力の大きさは大きくなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 授業で習った語句を活用して、授業の振り返りを行う。 宿題（基礎基本問題 25 年度）を確認する。 	<p>・「授業の振り返り」に何も見ずに学習したことを自分の言葉で書かせることで、本時で学習したことを整理させる。</p> <p>◆授業で学習した語句を意図的に使わせるために、授業で学習した語句を用いた場合はマーカーを引き、その数だけ加点する。</p>	

3 年理科実験レポート NO.12 《エネルギー 実験1》

組 番 氏名 _____

【課 題】 浮力の大きさは、何に関係するのか？

【仮 説】 _____



浮力の大きさは _____

_____ に関係している

1.6N 1.2N

【浮力の求め方】
空気の重さ (n) と比べ、軽くなった重さ (n) が浮力の大きさ

おもり 水 右側の浮力は _____ N

・浮力の大きさには _____ が関係している。

(確かめる方法)

水中

【実験方法と結果】

仮説に基づいて実験を行い、実験結果を図や言葉で整理しなさい。

・浮力の大きさには _____ が関係している。

(確かめる方法)

水中

【考 察】 浮力の大きさは、何に関係するのか？

(自分の考え)

.....

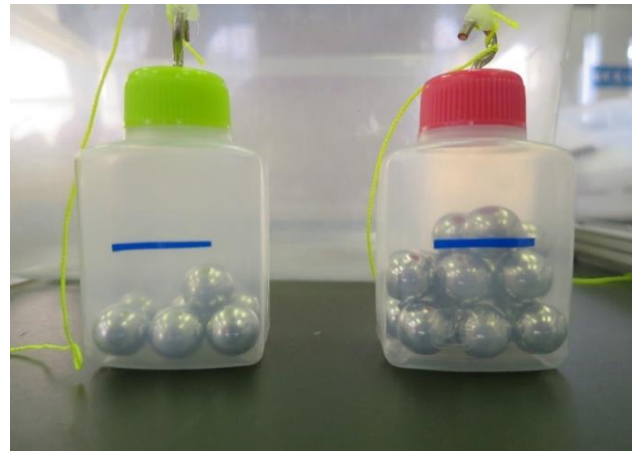
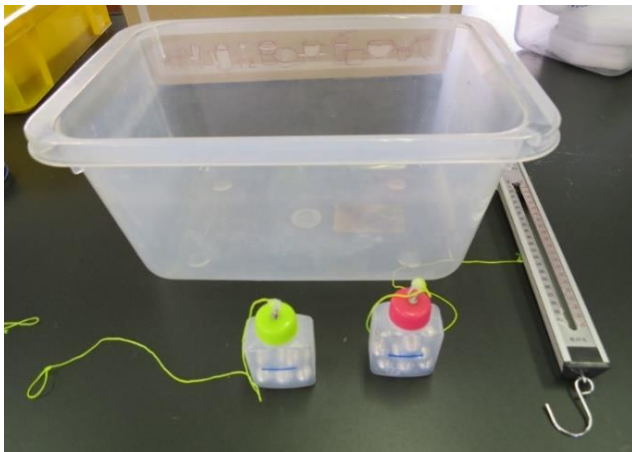
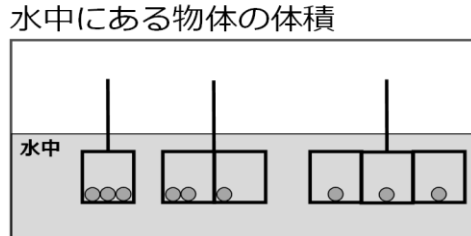
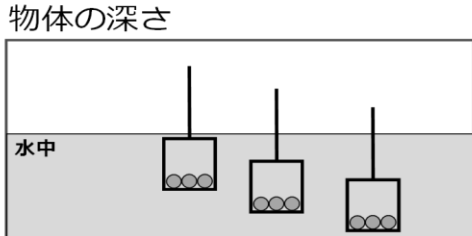
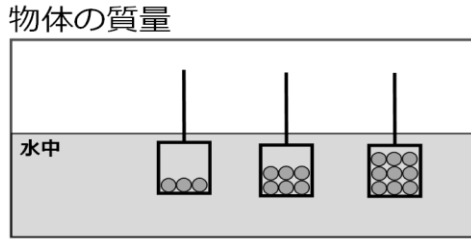
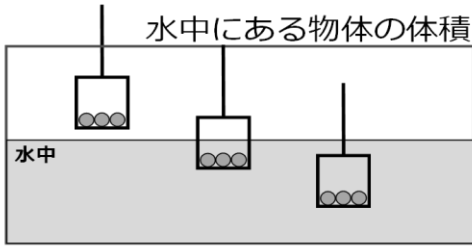
(グループでの考え)

.....

(全体でのまとめ)

.....

(5) 【実験方法の立案】での生徒の記述例



【基礎基本問題(H25)にチャレンジ】

次の□は、科学部での会話が書かれています。あとの(1)～(3)に答えなさい。

けんじ: 昨日テレビで見たタンカーは、全長が約450mもあったよ。
くみ: すごいわね。そんなに大きな船が水に浮くのは、浮力が関係しているからだね。でも、浮力って何によって決まるのかしら？
先生: では、今日は「浮力の大きさは何によって決まるのか」について調べてみましょう。ところで、浮力の大きさはどのようにして求めたらよいでしょうか。浮力は上向きですから、水中での物体の重さは、空気中での物体の重さに比べて減少するはずですよ。

(1) 上の会話の中の下線部は、次の式で浮力の大きさを求めることができることを示しています。□ア □イ に会話の中のとばを記入し、式を完成させなさい。

$$\text{浮力の大きさ (N)} = \text{□ア (N)} - \text{□イ (N)}$$

けんじさんとくみさんは、浮力の大きさについて、それぞれ次のように予想しました。

けんじくん

浮力の大きさは、物体が水の中に沈んだときの「深さ」に関係があると思います。以前プールに行ったとき、ビーチボールを水中に深く沈めると勢いよく浮き上がってきました。このことから、深さが深いほど浮力は大きくなると思うからです。

くみさん

浮力の大きさは、物体の「重さ」に関係があると思います。金属のような重いものは水に入ると沈みますが、軽いものはよく浮きます。このことから、重さの軽いほど浮力は大きくなると思うからです。

そこで2人は、物体が水の中に沈んだときの「深さ」と、物体の「重さ」とのどちらが浮力の大きさに関係するのかわかるとするために、それぞれ次の対照実験を考えました。

けんじくんの実験

図1のように、同じ分銅を使い、深さを変えて水そうに入れ、それぞれの浮力の大きさを測定する。

くみさんの実験

同じ種類のふた付きプラスチックケース3個に鉄製の小球を入れて密閉し、重さがちがう物体を作る。これらを、図2のように水そうに入れ、それぞれの浮力の大きさを測定する。

※プラスチックケースの中の空気は、この実験に影響しないものとします。

(2) 2人が考えた実験方法のうち、くみさんの実験は対照実験としての条件設定が不十分で、予想が正しいかどうかを確かめることができません。対照実験として正しく条件設定するには、どのように修正すればよいか書きなさい。

けんじさんは自分の考えた実験を、くみさんは正しく修正された実験を行いました。その結果、浮力の大きさは、物体の「深さ」・「重さ」のいずれを変えても変化しないことがわかりました。困った2人は、先生から次のような実験を教わりました。

先生：同じ種類のプラスチックケースに同じ分銅を入れて密閉したものを2つ用意し、図3のように連結します。これを図4のように、水中にプラスチックケースを1個入れたときと、2個分入れたときとは、水中の物体の体積がちがいますね。このときの浮力の大きさを比較するとどうなるでしょうか。

(3) けんじさんとくみさんは、先生から教わった実験を行い、結果を右の表のようにまとめました。この表をもとに、物体にはたらく浮力の大きさは何によって決まるのか結論を書きなさい。

	ア	
(1)	イ	
(2)	
(3)	

理科 授業の振り返り		3年 組 番 氏名				
月 日 曜日 校時	単元・題材	【エネルギー】運動とエネルギー				
	目標	大きな石を運ぶにはどうすればよいか？				
	振り返り					
		発表回数		挙手回数		マーカの数 ※習った語句にマーカーを！
月 日 曜日 校時	単元・題材	【エネルギー】運動とエネルギー				
	目標	浮力の大きさは、何に関係するのか？				
	振り返り					
		発表回数		挙手回数		マーカの数 ※習った語句にマーカーを！
月 日 曜日 校時	単元・題材	【エネルギー】運動とエネルギー				
	目標					
	振り返り					
		発表回数		挙手回数		マーカの数 ※習った語句にマーカーを！
月 日 曜日 校時	単元・題材	【エネルギー】運動とエネルギー				
	目標					
	振り返り					
		発表回数		挙手回数		マーカの数 ※習った語句にマーカーを！
合計		発表回数		挙手回数		マーカの数 ※習った語句にマーカーを！