

とやま科学オリンピック **2016**

(中学校部門)

解答例および解説

2016年8月6日(土)

富山県 富山県教育委員会

1

【ねらい】

富山湾をテーマとしています。富山湾の神秘や魅力、可能性を再発見することが、これらの問題のねらいです。

問題を解き進めることによって、富山湾の優れた自然の美しさや豊かな生態系、将来の産業の活性化や利益を生み出す可能性がある経済的潜在力に気づけるようになっていきます。

1

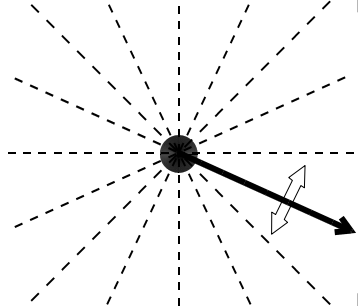
富山湾の景観や海底構造と関連した生態系に関する問題です。

(1)

【ねらい】

景観写真と地形図を読み取り、結び付けて考える問題です。富山湾越しに立山連峰を遠くに臨む地点と方向を考える力を問います。

【解答例】

(1)	地点の 記号	a	方向の 矢印	
-----	-----------	---	-----------	---

【解説】

この風景は、岩礁や波しぶきが写っていることから、海岸から見たものであり、富山湾越しに立山連峰を眺めた風景であることが分かります。また、その波しぶきは左から右へとかかっています。このことを手がかりに、海と立山連峰が同時に見える地点と方角を選ぶ必要があります。答えの a 地点は、雨晴海岸です。

方向の矢印の採点基準は、解答欄に表された真東方向の点線と南東の点線の間に矢印が引かれていることとします。ただし、真東方向への矢印は、正解にはなりません。

(2)

【ねらい】

富山湾の豊かな生態系を富山湾鮭とからめて考える問題です。複数の資料から、富山湾の海底構造や水塊構造と、それぞれの水塊に生息する魚介の多様性を知ることから、①の解答を導き出すことができます。さらに②の問題は、富山湾の海底構造から、深海部の魚介をも新鮮なうちにネタにできる富山湾鮭の秘密にせまることをねらいとしています。

【解答例】

(2)	① 富山湾に、多くの種類の魚介が生息している理由
	水深1,000mを超える富山湾には、河川等が流れ込み塩分濃度が低い沿岸表層水、表層を流れる対馬暖流系水、水深300m以下の冷たい日本海固有水（深層水）がある。このため富山湾という同じ海域に、沿岸の表層水、暖かい暖流系水、冷たい深層水にそれぞれ生息する魚介が生息する環境になっているから。
	② 富山県では、深海部に生息する魚介でも新鮮なうちに食べることができる理由
	富山湾の海底地形は、沿岸から急激に深くなっている。このため、深海部に生息する魚介の漁場が沿岸から近く、漁港にも近いので、水揚げをしてから短時間で市場に運び、お店や各家庭に届けることができるから。

【解説】

日本海は、日本周辺の東シナ海や黄海などの大陸棚と比べて比較的深く、水深は1,000mを越えています。この1,000mを越える深みが、能登半島に囲まれた富山湾の沿岸部まで迫っています。このため富山湾には深海部が存在し、水深300mよりも深い深海部には日本海固有水（深層水）があつて、少し塩分濃度は高いですが、低温、富栄養、清浄性などといった特性があります。しかし300mよりも浅い表層部は、能登半島から回って対馬海流が流れ込んでおり、暖流系の海水が覆っています。沿岸表層水は河川から淡水が注ぎ込むため、塩分濃度は比較的

低くなっています。このように、場所や深さによって、海水の特色に違いがあるのです。

【資料5～7】から読み取れることを関連させて記述してあることが正解の条件です。「はじめに」のリード文に書いてある「森の栄養分と酸素をたっぷり含んだ水が大小の河川から流れ込んでいること」が書かれていてもよいですが、それだけでは正解となりません。

(3)

【ねらい】

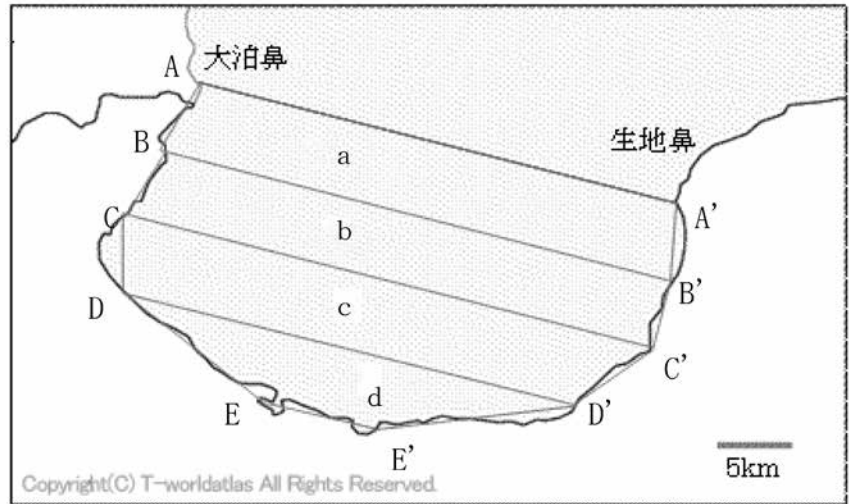
富山湾の豊かな生態系は、そこに生息する魚介の種類の高さに現れています。富山湾には、日本海に生息する1,400種の魚介のうち、600種もの魚介が生息していますが、日本海に占める富山湾の面積はとても小さいものです。日本海の広さに比べた富山湾の面積を知ることで、いかに富山湾が豊かで多様な生態系をもつかをうかがい知ることができます。

富山湾の面積を求めるためには、複雑な図形を台形などの単純な図形の集合に置き換えることにより、既習^{きしゅう}の知識を使って求めることができます。「物事を単純化して既習^{きしゅう}の知識を利用して問題を解く」ことをねらいとしています。

【解答】

正確な面積を求めることは難しいので、おおよその値として求める方法を考えましょう。1 cm 間隔の平行線かんかくを引いて台形の面積の和を考える、1 cm 間隔の格子線こうしを引いて面積の和を考えるなど、いろいろな考え方ができます。

- ① 台形の面積の和
 図のAA'、BB'、CC'、DD'、EE'の線分の長さを測るとそれぞれおよそ、
 AA' : 6.5 cm
 BB' : 6.9 cm
 CC' : 7.2 cm
 DD' : 6.2 cm
 EE' : 1.5 cm
 であるから、



$$\begin{aligned}
 a + b + c + d &= (6.5 + 6.9) \times 1 \div 2 + (6.9 + 7.2) \times 1 \div 2 + (7.2 + 6.2) \times 1 \div 2 \\
 &\quad + (6.2 + 1.5) \times 1 \div 2 \\
 &= \{ (6.5 + 6.9) + (6.9 + 7.2) + (7.2 + 6.2) + (6.2 + 1.5) \} \div 2 \\
 &= 48.6 \div 2 = 24.3 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

1 cm \rightarrow 500000cm = 5000m
 50万倍

縦、横は、それぞれ5000倍しなければならないので、

$$\begin{aligned}
 24.3 \times 5000 \times 5000 &= 607500000 \text{ m}^2 \\
 &= 607.5 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

よって、富山湾の面積は、

およそ 608 km²

- ② 正方形の面積の和
 1 cm間隔の格子線を引くと図のようになる。
 海どうしの面積の和がおおよそ1 cm²になるように組み合わせると、海の部分はだいたい25個分の正方形になる。
 正方形1つ分の面積は、5 × 5 = 25 cm²であるから、



$$25 \text{ 個} \times 25 \text{ cm}^2 = 625 \text{ cm}^2$$

よって、富山湾の面積は、

およそ 625 km²

【ねらい】

富山湾は最大水深が1,200mと深く、富山湾の沿岸表面付近には、豊富な河川水や海底湧水が流れ込む低塩分な沿岸表層水があります。表層の水深200m付近までは九州西方あたりで黒潮から分かれた対馬暖流水の影響を強く受けており、さらに水深300mまでの移行層を経て、それ以深には年間を通じて水温2℃以下という冷たい日本海固有水（深層水）が存在しています。垂直的に海水温が激変する層で隔てられた層状構造になっている富山湾の海洋環境は、そこに生息する生き物に強く影響を受けています。

ホッコクアカエビ（アマエビ）を問題に選んだ理由は日本海固有水付近の水深で生活しており、さらに生き物の生き様の面白さ、不思議さを伝えることを目的とし、一生の間で性転換する動物として選びました。問題では表やグラフのデータを読み取り、”先入観を持たずに”考察したり結論を導き出したりするものを出題しました。また、数直線を用いて表現する問題を入れ、表現力も試せる問題にしました。

(1) 解答例

○どのような環境で生活しているのか。

水温が低い

○なぜ深い場所に住んでいるのか。

ホッコクアカエビを食べる動物がクルマエビやクマエビが生息する浅海より少ないこと

など

【解説】

「どのような環境で生活しているのか」については、表1よりホッコクアカエビが生息しているのは水深200～900mなので、図1より水温の低い環境であるとわかります。

深い場所に住んでいる理由は、資料5からホッコクアカエビを食べる体の大きな動物が少ないことから考えられます。

(2) 解答例

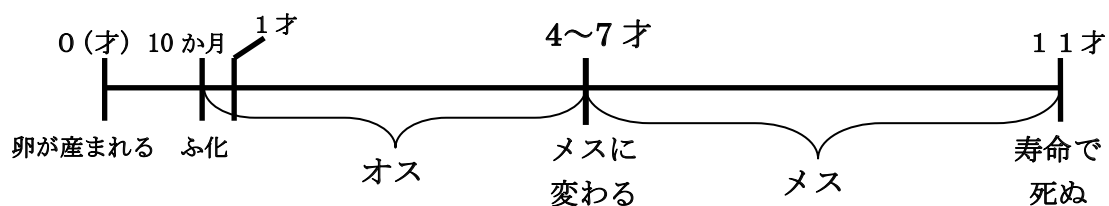
- ・卵が他の生物に食べられないため。

など

【解説】

ホッコクアカエビは環境の厳しい深海で暮らすため、他のエビに比べて、ふ化するまでに時間がかかり、その間、メスが卵を抱いて保護します。

(3) 解答例



【解説】

図2のグラフの時間から、ふ化後、4~7才まではオスとして過ごします。その後、体が大きくなり、産卵ができるようになるとメスに性転換して産卵を行います。

(4) 解答例

ホッコクアカエビは水温の低い深海に住んでいるため、卵がふ化するまでに時間がかかり、その間、メスが卵を抱いて過ごす。そのため、メスは長期間、卵を抱いて過ごすための体力が必要であり、大きな体をしている方が有利である。大きな体に成長するには何年もかかるので、体の小さいはじめの数年間をオスとして過ごし、体が大きくなってからメスに変わることで、子孫を残すことにおいて無駄の少ない一生を送ることができるから。

など

【解説】

水温が低く生物が生育しにくい深海で生活するために適応した結果です。卵を10か月間、抱いて過ごすために体力が必要であり、そのために体を大きくする必要が考えられます。ホッコクアカエビは、過酷な環境を生き抜くために、成長して体が大きく重くなってから性転換をするという方法を身につけたと考えられます。

1 3

海洋深層水に関する問題です。(1)と(3)は人文、(2)は数学の問題です。

(1)

【ねらい】

海洋深層水の取水方法に関する問題です。1(2)の問題とは別の資料から富山湾沿岸の海底構造をより詳しく読み取り、陸上型の取水に、より適した地点を考えます。

記号	理由
エ	エの魚津市に面する海は海岸線から比較的近い位置でも水深が深いので、取水管を短くできる。そのため、他の場所と比べ設置費用を少なくでき、取水しやすいから。

【解説】

【資料10】から陸上型の取水方法は取水するための管を陸上から海底まで伸ばし、直接吸い取っていることが分かります。また、【資料11】から入善町(A)や滑川市(B)は海岸線から近い距離でも水深が深くなっていることが分かります。そのため入善町(A)や滑川市(B)で取水するときは、深層水を取水するための管が短くてよいことが推測されます。以上のことから、入善町(A)や滑川市(B)以外で陸上型の取水に有利な場所はエの魚津市であり、他のア～ウと比べ多くの費用を必要とせず、取水しやすいと考えられます。

(2)

【ねらい】

①②では、与えられた条件から必要な塩と水の量や材料の量を求めます。「割合の意味を理解し、日常生活の中で使うことができる」ことをねらいとしています。

【解答】

①10%の食塩水500gに含まれている塩の量は、 $500 \times 0.1 = 50$ で、50 g 必要である。また、水の量は、 $500 - 50 = 450$ で、450 g 必要である。

②海洋深層水の中の「水」450gに対する塩の量を x g とすると、

$$\frac{x}{450+x} \times 100 = 3.4 \quad \text{より} \quad x = \frac{2550}{161} = 15.838... \approx 16 \quad \text{g}$$

よって、海洋深層水の量は、 $450 + 16 = 466$ で、466 g になる。塩は50g 必要なので、追加する塩の量は $50 - 16 = 34$ で、34 g。

(3)

【解答例】

記号	活用方法、商品	理由
ア	・サクラマス、マダラなど 冷水性魚介類の増養殖 ・トヤマエビ、バイ類など 深海性の魚介類の増養殖	・深層水の低温安定性を利用することにより、表層水を生存環境に適した低温まで下げていたコストを大幅に抑えられるから。
イ	・食品分野での活用 (ビール、酒類、みそ、など)	・深層水に含まれるミネラル類が微生物の発酵を促進することから、ビールや酒類、みそなどの発酵食品の製造に利用できるから。
ウ	・殺菌、鮮度保存での活用	・深層水は清浄なので、水稻の種子消毒に利用できるから。 ・深層水は清浄なので、魚の鮮度保持用海水氷に利用できるから。

【解説】

【資料9】から、深層水には表層水と違った特徴があり、現在、深層水を使った研究開発や商品開発が進んでいます。深層水は、水産分野にとどまらず、食品、医療、健康増進などの幅広い分野で利用の可能性をもっています。富山県ではこの資源を有効に活用しようと産学官が連携・協力し、深層水の研究開発や商品化に取り組んでいます。

1 4

【ねらい】

1を総括して、富山湾の魅力を自分の言葉で表現する力を問う問題です。ここまで問題を解き進めてきたことによって得た知識をもとに、どう表現するかを考えます。“世界で最も美しい湾クラブ”の加盟条件を満たしながら、新たな言葉で、いかに見る人を惹き付けるかがカギです。

【解答例】

(1) [主題] と (副題)					
<例 1 >	<table border="1"><tr><td>[主題]</td><td>3000m の立山から 1000m の深海へ</td></tr><tr><td>(副題)</td><td>富山湾が育む豊富な恵みを旬の鮭ネタで</td></tr></table>	[主題]	3000m の立山から 1000m の深海へ	(副題)	富山湾が育む豊富な恵みを旬の鮭ネタで
[主題]	3000m の立山から 1000m の深海へ				
(副題)	富山湾が育む豊富な恵みを旬の鮭ネタで				
<例 2 >	<table border="1"><tr><td>[主題]</td><td>目で味わう大パノラマ 舌で味わう富山湾の恵み</td></tr><tr><td>(副題)</td><td>旬のネタ、他にない新鮮さ、富山湾鮭</td></tr></table>	[主題]	目で味わう大パノラマ 舌で味わう富山湾の恵み	(副題)	旬のネタ、他にない新鮮さ、富山湾鮭
[主題]	目で味わう大パノラマ 舌で味わう富山湾の恵み				
(副題)	旬のネタ、他にない新鮮さ、富山湾鮭				

(2) 「世界で最も美しい湾クラブへの加盟条件ア～ウ」との関連の説明	
関連する加盟条件	根拠の説明
<p><例1> ア</p> <p> イ</p> <p> ウ</p>	<p>主題は、富山湾越しにそびえる立山連峰の姿を想起させるので、加盟条件アに関連している。</p> <p>また、「1000 mの深海」が表す富山湾の神秘は、副題の「富山湾が育む豊富な恵み」につながっており、加盟条件イに関連する豊富な水産資源に関連している。</p> <p>さらに、「旬の鮭ネタ」では、新鮮な富山湾鮭の魅力を県内外に発信し、富山湾で獲れる新鮮な魚介を、富山の観光業の目玉として強くアピールしている。</p>
<p><例2> ア</p> <p> イ と ウ</p>	<p>富山湾越しに見渡す立山連峰は、他所にはない壮大な風景であり、加盟条件アに関連している。</p> <p>富山は、壮大な風景でも、また、それぞれの季節に獲れる旬の魚を新鮮なうちに食することができる点でも、県内外の人々を楽しませ、観光の目玉となる。このことは、加盟条件のイ・ウに関連している。</p>

【解説】

4は、“世界一美しい湾クラブの加盟条件”や、これまで解いてきた問題のリード文、また、資料から分かったことなどをもとに言葉を考えます。

加盟条件のうち、特に、アは富山湾の「優れた自然の美しさ」、イは「豊かな生態系」として豊富で新鮮な水産資源、ウは「経済的潜在力」として海洋深層水の研究と商品化について、資料の読み取りを進めてきました。すでに知っていた知識等とも合わせて考えます。

加盟条件のア～ウをどのように満たしているか、見る人に富山湾の魅力をどれだけ強く訴えられるかが評価されます。

2 1

【ねらい】

大正～昭和にかけて富山県で工業が発達した一番の理由は、本県の豊富な水資源から生み出される電力であり、伏木港は富山の工業化とともに発展してきたことが分かります。

(1) 解答例

合金鉄をつくるには大量の電気を必要としたが、富山県では、この頃から水力発電がさかんに行われたため、その電力を利用することができた。しかも、京浜地域の電力の1/4ほどの値段であり、安価にまかなうことができた。

【解説】

【資料1】から、本県の水力発電の推移を見ることができます。1923年頃から、発電量が急激に増えていることが分かります。豊富な電力が利用できることに加え、太平洋側の工業地域とは比べものにならないほど電気料金が安いこともわかります。伏木に進出した電気製鉄所では、大量でしかも安価な電気を使用して合金鉄を大量に生産し、臨海工業地帯が形成された、と読み取ることができます。

(2) 解答例

- ・水力発電に加え、火力発電も可能になり、安く豊富な電力を得ることができるようになった。
- ・太閤山ニュータウンが建設され、工場に必要な労働力を十分確保することができるようになった。
- ・富山新港の建設や国道や中央幹線道路の整備により、原料や製品の移動が容易になった。
- ・臨海工業用地に工業用水を十分確保することができるようになった。

【解説】

【資料3】は年表中の「1964 富山・高岡地区23市町村が新産業都市に指定」の内容を具体的に表した基本構想を示した地図です。

- ・【資料4】のアルミニウム製造法から、アルミナ（原料）をアルミニウムにするには大量の電気が必要になることが分かります。(1)の水力発電による安価な電力と【資料3】の火力発電所の建設によって、安価で豊富な電力が確保することができたと考えることができます。
- ・【資料3】太閤山ニュータウンの場所と【資料5】太閤山ニュータウンの建設の写真から、臨海工業用地の近くにニュータウンを建設することで職住一体の開発を行い、労働力の確保に努めたことが読み取れます。

- ・アルミナ（原料）やアルミニウム（製品）は【資料3】地図中の富山新港や交通網の整備によって移動が容易になったと読み取ることができます。
- ・【資料3】地図中の工業用水道が、臨海工業用地と太閤山ニュータウンにつながっていることから、アルミニウム製造に必要な工業用水の確保ができたことが考えられます。当時の和田川総合開発により、庄川水系であった和田川の水路を変更して工業用水とされました。

(3) 貿易や観光の際に大型の船が出入りできるようにするため。

【解説】

新湊大橋は富山新港により分断された東西地域をつなぐ橋です。【資料6】から航行する船舶の大きさが分かるので、大型の船舶の航行を可能にするため、高いところに橋を架けたと推測できます。

(4)

- ・伏木富山港は、三大都市圏のいずれともほぼ等距離にあり、高速道路や鉄道で結ばれているため、コンテナの輸送が容易で貿易に有利。
- ・コンテナ船などを活用して、ロシア・韓国・中国の環日本海諸国を含め、経済発展を続ける東南アジア諸国との貿易が可能。
- ・シベリア鉄道を經由したヨーロッパとの貿易が可能。

【解説】

- ・【資料8】から、三大都市圏の交通手段や距離、時間が分かるので、ほぼ等距離での三大工業地帯とのアクセスが可能であることが分かります。年表下のコンテナ船の写真から、トラックや鉄道を利用したコンテナ輸送も可能であることが読み取れます。
- ・【資料9】から、ロシア・韓国・中国との定期航路が運行されていることが分かります。また、【資料7】から、韓国を經由した東南アジア航路もあることが読み取れます。
- ・【資料7】から、ポストーチヌイやウラジオストクからモスクワまでシベリア鉄道がつながっていることが分かります。このことから、シベリア鉄道を使ったコンテナ輸送が可能です。【資料9】から韓国航路が週4便、さらに中国・韓国航路が週2便あることから、釜山が貿易の中継地であることに気付くことができ、加点とします。

2 2

【ねらい】

(1) と (2) では、規則性(2乗に比例する関数)の問題や、1次関数との融合問題を出題しました。「日常生活の中にある事象を、変化の様子を的確に読み取り、数学的に表現できる」ことをねらいとします。(3) は、3種類の図形を条件にあわせて敷き詰める問題です。「独創的な発想力で表現することと試行錯誤し工夫改善すること」をねらいとします。

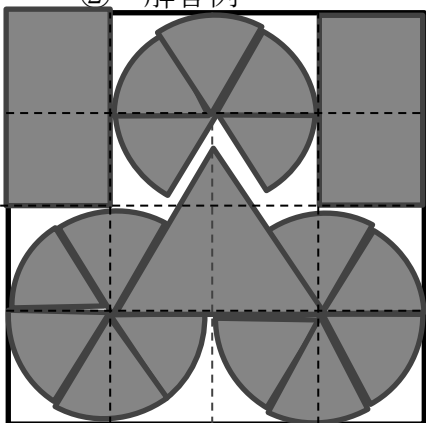
【解答】

(1) 時間の2乗に比例しているので、 $5 \times 5 \times 100 = 2,500$ 個 2,500 個

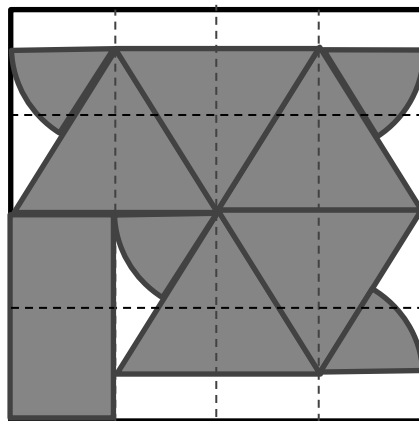
(2) 工場Aは10分後に10,000個、工場Bは9,000個、工場Cは9,000個なので、工場Aが最も大きい。
工場A 10,000 個

(3) ① 商品A・・・3円 ($600 \div 200 = 3$)
商品B・・・4円 ($200 \div 50 = 4$)
商品C・・・5円 ($800 \div 170 = 4.7$ となり、
小数第一位を四捨五入すると、5となる。)

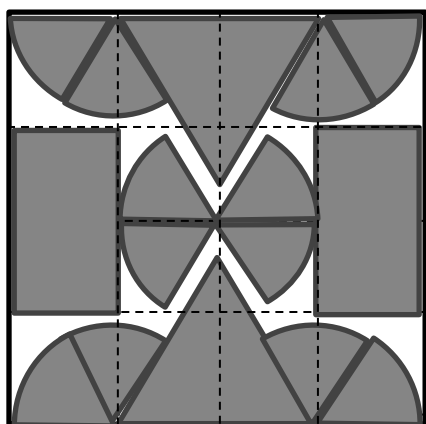
② 解答例



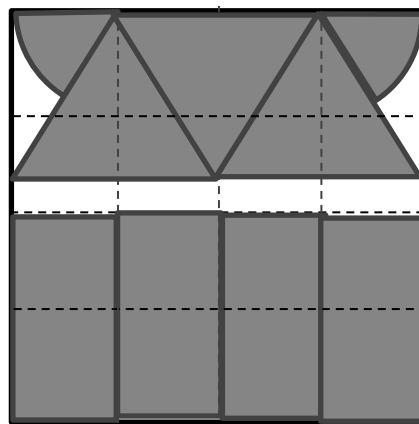
$600 \times 2 + 200 \times 1.5 + 800$
合計 5,000 円



$600 + 200 \times 4 + 800 \times 5$
合計 5,400 円



$600 \times 2 + 200 \times 1.2 + 800 \times 2$
合計 5,200 円



$600 \times 4 + 200 \times 2 + 800 \times 3$
合計 5,200 円

など、他にもあります。

2 3

【ねらい】

富山県は、全国の中でも、水力発電の割合が多く、電気料金が安いです。その電気が運ばれる過程について意識することはあまりありませんが、電線の素材にアルミニウムが使われていることを、アルミ産業が盛んな富山県に住んでいる皆さんに知ってもらうことがねらいです。密度や電力の計算式を利用して、高压電線の素材としてアルミニウムが使われる理由を考えさせる設問としました。

(1)

① 【表1】の密度の比較より、 1 cm^3 あたり、銅は8.96g、アルミニウムは2.70gです。同じ質量があったとすると、アルミニウムの体積は銅の $\frac{8.96}{2.70} = 3.31\cdots$ 倍、つまり、約3.3倍になります。電線の体積＝断面積×長さより、長さが同じであれば電線の体積と断面積とは、比例関係なので、アルミニウムの断面積は銅の約3.3倍になります。

3.3

倍

②考えたこと

断面積が大きくなるので、その分抵抗が小さくなり、大きな電流を流すことができる。

(2)

①<求め方>

$$50\text{ 万 V} \times 100\text{ A} = 50,000,000\text{ W}$$

$$50,000,000\text{ W} \div 2,500\text{ W} = 20,000\text{ 軒}$$

(答え) 20,000 軒

② 送電線では、高電圧で大きな電流を流すので、軽く、太く、安くできるアルミニウムが使われるが、配電線では、抵抗が小さく、細くできる銅が使われている。

* 送電では、電圧が高くコロナ放電があるため、太いアルミニウムの方が電位差をつけて、放電を減らす効果がある。

2 4

【ねらい】

高岡銅器は、日本における銅器の生産額の約95%を占めています。梵鐘などの大きいものから、銅像などの細かい作品まで、その多彩な鑄造技術は全国的にも有名です。高岡市内（特に中心市街地、高岡古城公園、金屋町など）の各地で、高岡銅器の銅像などの作品を見ることができます。この問題は、銅器を科学的に考えることで、身近な地域のものづくり産業に興味や関心を持ってもらうことがねらいです。

(1)

- ・ クレーンでつり上げ水の入ったプールに沈めて、あふれた水の体積で計測する。
- ・ 空気中で計測した重量から水中で計測した重量を引き、その重量差から体積に変換する。

など

【解説】

水の密度は $1.00\text{g}/\text{cm}^3$ であることから、計測したい物体の形状が複雑な場合に用います。アルキメデスは、物体を水に沈めたときの浮力が押しのかけた水の体積分だけ生じることを発見しました。

(2) ① $1\text{トン} = 1,000\text{kg} = 1,000,000\text{g}$

$$1,000,000\text{g} \div 120,000\text{cm}^3 = 8.333333\cdots$$

$$8.3\text{ g}/\text{cm}^3$$

② 銅以外の銅よりも密度の小さい金属が混ざっていると考えられる。

【解説】

- ① 質量 (g) ÷ 体積 (cm³) = 密度 (g/cm³)
- ② 銅だけで作るほうが質量が大きくなるということは、元の金属は銅より密度が小さいことになります。銅を利用して作ったことになっているので、銅になにか銅よりも密度の小さいものが混ざっていれば、元の金属の密度は銅よりも小さいことになります。

単一の金属元素からできているものでなく、複数の金属元素や非金属元素を混ぜ合わせたものを合金といいます。合金は組成を調整することで、元の金属とは異なる性質を示します。

(3)

<金属> 金

<理由> 1 cm³あたりの質量が最も大きいから。

小さい体積でも質量が最も大きいから。など

【解説】

金の密度は19.32g/cm³であることから、7つの金属の中で最も密度が大きいです。金は金属の中で密度が大きだけでなく、酸化に強く安定した物質として古来より価値の高い金属としてさまざまな装飾品に利用されています。

(4) この梵鐘の密度は

$$863,000 \text{ g} \div 100,000 \text{ cm}^3 = 8.63 \text{ g/cm}^3$$

また比率は すと：銅 = X : Y X + Y = 10 なので

$$\{ X \times 7.31 + (10 - X) \times 8.96 \} \div 10 = 8.63$$

$$X = 2$$

$$Y = 10 - X = 10 - 2 = 8$$

$$\text{すと：銅} = 2 : 8$$

