

とやま科学オリンピック 2023

中学校問題

2023年8月5日（土）

時間：9時30分～11時00分（90分）

注意事項

1. 指示があるまで、問題冊子をひらいてはいけません。
2. 参加番号を解答用紙の決められた欄に記入してください。
3. 問題は1ページから16ページにわたって印刷してあります。
4. どの問題から解いてもよいです。わかる問題から解きましょう。
5. 声を出して読んではいけません。
6. 途中で体調が悪くなったり、トイレに行きたくなったりした場合は、静かに手を上げて監督者の指示に従ってください。
7. 解答を直すときは、きれいに消してから、新しい解答を書いてください。
8. 解答はすべて解答用紙に記入し、提出してください。

みなさんの健闘を期待しています。

富山県 富山県教育委員会

1 私たちの住んでいる富山県は、水が豊富できれいであり、その水は、「昭和の名水100選」「平成の名水100選」から全国最多の8か所が選定されるなど、「水の王国とやま」と呼ぶにふさわしい豊かで清らかな水環境を有しています。富山の水がもつ力について考えてみましょう。

(1) 富山県の年間の降水量は2401mm(2022年気象庁データ)と多く、全国有数の降水地帯です。立山の室堂付近の冬季における近年の平均積雪は6～8mにもなります。ある年の積雪の様子を詳しく観察すると、地面から2mの高さまでは氷で、氷の上から4mはしまり雪、しまり雪の上から地表までの1mは新雪でした。この年の、冬季の立山の室堂付近の降水量は何mmか。【資料1～3】を参考に求めなさい。ただし積雪は、すべての年の冬季に降った雪に由来するとする。

【資料1】富山県年間降水量の推移



降水量とは、単位面積（1㎡）あたりの水の量であり、mmで表される。1㎡に、1Lの降水が観測されると、降水量1mmとなります。

出典元「グラフで見える日本の人口推移(過去と未来・将来の推測まで)と一覧表」

【資料2】密度

	密度 [g/cm ³]
水(液体)	1.0
氷	0.9
しまり雪	0.4
新雪	0.1

【資料3】積もった雪の種類と特徴

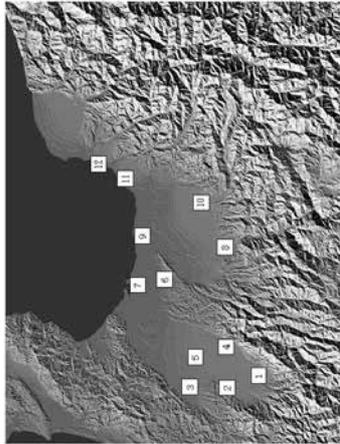
しまり雪
上に積もる雪の重みなどによって、固くしまった雪のことです。氷粒同士が隙やがに繋がっている状態で、スコップが立たれないくらい固くなっています。1㎡の重さは、約250～500kgです。

新雪
降ったばかりの雪で、結晶の形が保たれた雪のことです。1㎡の重さは、約50～150kgです。降ったばかりの新雪から、時間が経つにつれて次第に重くなり、種類も変化していきます。

(2) ① 山々に降り積った雪はやがて雪解け水となり、地表や地下を流れます。地下にしみ込んだ水の一部は、花崗岩など天然のフィルターを通り、湧き水となるころには、まろやかでおいしい「とやまの名水」になります。

湧き水が多い場所は、扇状地と関係しています。扇状地の湧き水は、大きく分けて2種類あり、「入善町杉沢の沢スギ」のような自然に湧き出す「地表清水」と「黒部市生地の共同洗い場」のような掘り抜き井戸による「自噴水」があります。

【資料5～7】を参考に、黒部川扇状地湧水群のような自噴水が出ると思われる場所の番号を地図中からすべて選びなさい。



【資料5】扇状地で湧き水があふれる仕組み



※自噴とは、石油や温泉、地下水が自然に地下から地表に湧出する現象のことを言います。湧水とは、自噴している地下水と定義されています。

いたる所に川筋をつくりながら形作られた扇状地には砂や石が多いです。水は、その砂や石によってろ過されて地面に染み込み、大きな地下水のプールをつくります。この地下水は、ゆっくりと下流に流れていきます。これを伏流水と言います。

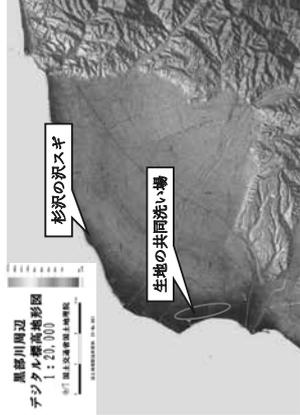
伏流水は、扇端部になると、湧き水になって再び地表に出てきます。

出典元「ふるさととやまの自然・科学ものがたり 富山県教育委員会」



提供「入善町教育委員会」

【資料6】地形図と黒部川扇状地湧水群の場所



出典元「デジタル標高地形図 国土地理院」に一部加筆

- (2) ② 無色透明な水ですが、さまざまな理由で水の性質や味が変化します。
- 【資料8～11】のデータを使って、全国の人々に「富山の水はおいしい」ということを50字～80字程度で宣伝しなさい。

【資料8】富山の水のクオリティ

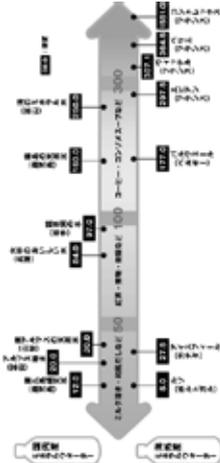
項目	説明	富山の状況	富山の平均	富山の標準
硬度(度)	ミネラル分(カルシウム・マグネシウム)の含有率を示し、硬さを表す。高いほど硬い水です。	10～100	31.2	28
濁り(度)	水中に含まれる懸濁物質の量を表し、濁りを示します。	0.5以下	0.06	—
高濃度硝酸塩イオン	主に農業由来の硝酸塩が原因で発生し、健康被害を引き起こす可能性があります。	30～200	5.6	77
硝酸窒素(度)	主に農業由来の硝酸窒素が原因で発生し、健康被害を引き起こす可能性があります。	3～30	—	3.3
残留塩素(度)	主に浄水処理で発生し、消毒効果を示します。	0.4以下	—	0.1

【資料9】富山県の森林分布



森林は降った雨を枝葉や落葉・落枝の堆積層にいったん蓄えて、浄化しながら次第に山中へしみ込ませていきます。富山県内に広がる森林もまた“緑のダム”としての役割を果たしています。出典元「データで見る富山県の森林・林業」

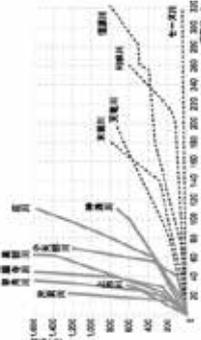
【資料10】軟水と硬水



水源地や地域によって水に溶け込む成分は異なり、おのずと水の味や酸性に違いが生じます。違いを表す目安として「硬度」があり、水に含まれるカルシウムとマグネシウムの量から計算されています。この数値が高ければ「硬水」、低ければ「軟水」です。

出典元「水王国とやまHP」

【資料11】河川縦断概略図



富山県の河川は、外国の大河川とは比較にならないほどの急流です。急流ゆえに降った雨はすぐに海へ流出しますが、これは川によって途中ですでに汚染され、酸素による新陳代謝も活発で、水は常々きれいな状態です。

出典元「水王国とやまHP」

12 水は、私たちが生きていく上でかかせないものです。自然界において水は、固
体、液体、気体と状態を変化させながら巡っています。【資料1～資料8】を見
ながら水と環境について考えましょう。

【資料1】水循環のイメージ



出典元「水の王国とやまHP」

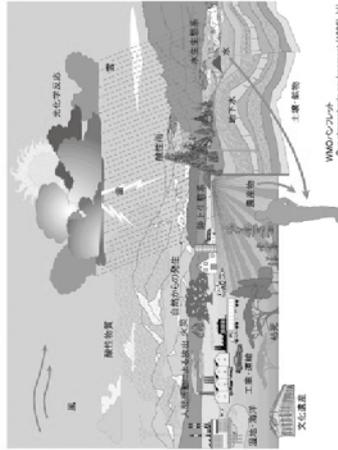
- ① 雲から雨や雪が降り、地中に浸透したり、ダム
や湖に水がたまったりする。
- ② 川や用水に送られた水は、農業に利用されたり、
浄水場で送られ浄水処理を施されて上水道
を経由し私たちの家の蛇口に送られたりする。
- ③ 使い終わった水は、下水道を通して汚水処理場
できれいな水となって河川や海へ流れ、その水分
④ (ア)の熱によって、海の水が蒸発し、その水分
は上空で雲になる。

【資料2】2022年8月14日 北日本新聞



出典元「2022年8月14日付北日本新聞」

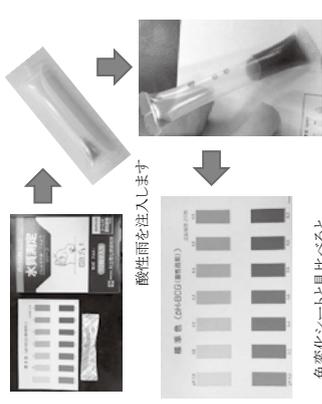
【資料4】酸性雨の影響



出典元「気象庁HP 酸性雨の発生に関わる概念」

酸性雨とは、二酸化硫黄 (SO₂) や窒素酸化物 (NO_x) などを起源とする
酸性物質が雨・雪・霧などに溶け込み、通常より強い酸性を示す
現象です。河川や湖沼、土壌を酸性化して生態系に悪影響を与える
ほか、コンクリートを溶かししたり、金属に錆を発生させたりして建
造物や文化財に被害を与えます。

【資料6】酸性 中性 アルカリ性のモデル図



著作物引用箇所のため非公表

【資料8】身の回りの物のpH



(1) 【資料1】①～④の水循環を作り出す (ア) にあてはまるエネルギー (熱) 源
は、何か答えなさい。

(2) 大雨で降雨量が用水や河川の排水能力を上回った場合、市街地ではどのような
水害が起こると考えられますか。

また、そのような水害が起こることを想定して普段からどのようなことを心が
けておけばよいかあなたの考えを書きなさい。

(3) 太郎さんは、酸性雨の影響について興味をもち、庭に降る雨を採取してパック
テストを使って酸性度を調べてみました。結果は、pH5.2 の酸性雨でした。
そこで、太郎さんは、酸性雨の影響を防ぐ方法はありますかと考えました。

【資料4～8】を参考に、採取した酸性雨を身の回りの物を使って pH 6～8 の
中性に近づける方法を考えなさい。ただし、使用する酸性雨や身の回り物の量
は考えないものとする。

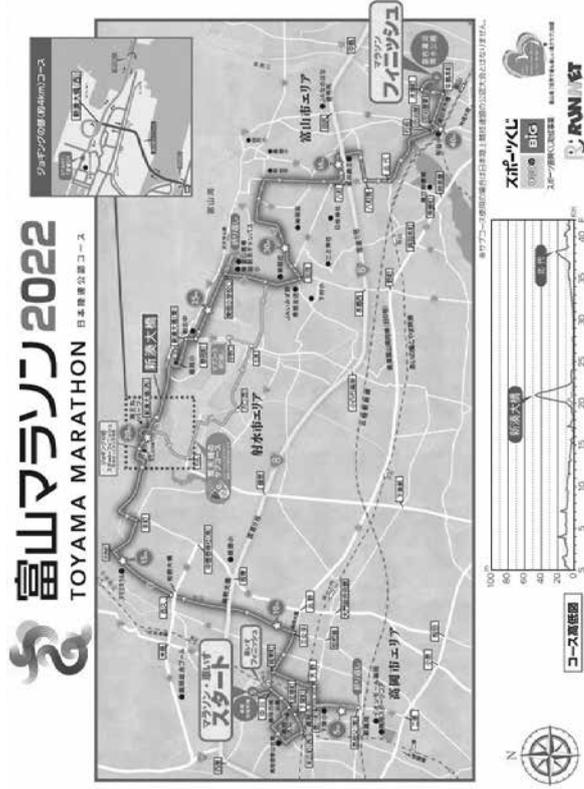
【資料5】pHとは



2 富山県には魅力あるイベントが様々あり、そのなかに富山マラソンとおわら風の盆があります。問題1では「富山マラソン」、問題2では「おわら風の盆」について文章を読み、問題を解きましょう。

1 富山マラソンは、高岡市、射水市、富山市、富山市をコースとして毎年行われる大きなイベントです。

フルマラソン (42.195 km)・ジョギング (4 km)・車いす (9 km) の3部門で、全部で15500人もの方が参加しています。富山マラソンには、富山県民のみならず、国内外から多くの方が参加しています。私たちが住んでいる富山を舞台にした富山マラソンに多くの人々が参加する理由は、たくさんあります。フルマラソンのスタートは高岡市。高岡市には古^{ふる}城^{しろ}公園・高岡大仏^{おほおかだぶつ}・山^{やま}町^{まち}筋^{すぢ}・瑞^{みづはら}龍^{りゆう}寺^じなど古き良き町並みと風情があります。射水市には、新湊漁港・海王丸パーク・新湊大橋と美しい町並みと海との融合が感じられます。ゴール地点は、富山市の環水公園。また、美しい立山連峰は常に選手たちを見守ります。



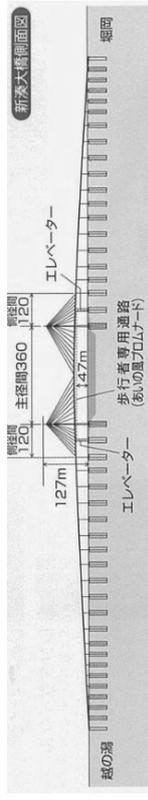
出典元「富山マラソンHP」

(1) ある年の富山マラソン（フルマラソン）の参加者は、14500人でした。そのうち県内からの参加者は55%でした。県内の参加者が何人が答えなさい。

(2) 富山マラソンのコースにはランナーのためにランナーのために食べ物を用意された地点があります。18.6 km地点の新湊漁業協同組合前では、富山名物「ますの寿司」が用意されています。フルマラソン参加者の5割のランナーは1個食べます。3割のランナーは2個食べます。2割のランナーは食べません。ますの寿司は何個準備すればよいでしょうか。フルマラソン参加者が(1)と同じ14500人として計算して求めなさい。

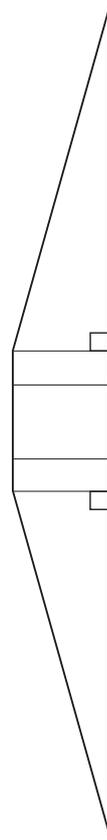
(3) スタートして20 km地点に、新湊大橋があります。新湊大橋は広域幹線道路と連絡することにより、増加するコンテナ貨物を中心とする物流の円滑化および効率化を図り、また、年間約80万人にのぼる海王丸パークへの来訪者など、港湾利用者の利便性を向上させることを目的としています。

次の図は、新湊大橋の側面図です。新湊大橋の全長を知るために新湊大橋の構造を調べました。



出典元「射水市公式観光ホームページ」

新湊大橋の中央部分には、主径間と呼ばれる部分が360m、その両側に側径間と呼ばれる部分が120mずつあります。また、主径間部分は、海拔47mにもなります。新湊大橋の全長を調べるために、新湊大橋を台形として考えたいと思います。



台形を直角三角形と長方形の組み合わせとして考えます。道路斜面の傾斜は、2°でした。これらの情報を使って、新湊大橋の道路の長さを求めなさい。

ヒント

直角三角形の辺の割合は角度によって決まっています。
2°の場合

$$\frac{b}{a} = 0.0349$$

2 おわら風の盆は、毎年9月1日から3日に富山市八尾町で行われる300年以上続く伝統行事で、胡弓や太鼓の音とおわら節の唄に合わせて、編み笠を目深にかぶった特徴的な姿の男女が踊ります。県内外の多くの人に知られており、例年全国から3日間あわせて20万人以上のファンが見学に訪れます。

(1) 観光協会によると、1日目のある時間帯の観光客数は12877人で、その中で大人は10033人でした。大人の割合を最も簡単な分数で表しなさい。考え方がわかる式やことば等も書きなさい。

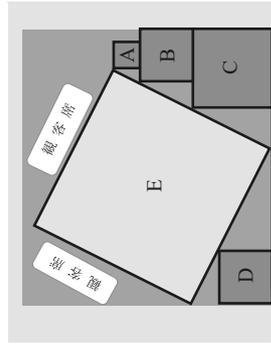
(2) 1日目、屋外ステージのチケットを販売したところ、雨天だったということもあり、用意したチケットは20枚売れ残りしました。そこで、2日目は、チケットの枚数を1日目より10%減らして用意して販売したところ、天候が回復したこともあり用意したチケットは完売し、2日目に売れたチケットの枚数は1日目に売れた枚数より5%多くなりました。1日目に用意したチケットの枚数を求めなさい。また、考え方がわかる式やことば等も書きなさい。

(3) 観光協会は、より多くの人を楽しんでもらうため、図Iの空き地を有効活用したいと思います。正方形A、B、C、Dは全て私有地のため、使用できなかつたので、図IIのような正方形Eの特別ステージを設置する計画を考えました。Aでは5人、B、Dでは20人、Cでは45人まで踊れます。このとき、正方形Eの特別ステージでは何人まで踊ることができるでしょうか。ただし、踊れる人数は正方形の面積に比例します。また、考え方がわかる式やことば等も書きなさい。

図I



図II



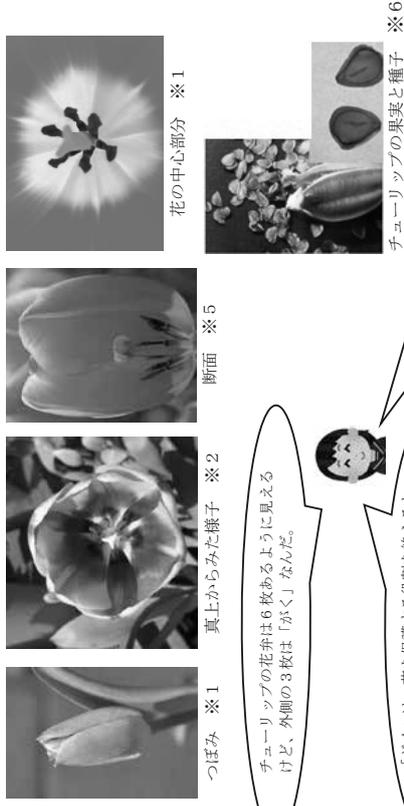
31 みなさん、富山県の有名なものをいくつ知っていますか。

県花 チューリップ、県木 タテヤマスギ、県獣 ニホンカモシカ、富山湾の神秘的な風景である 蜃気楼、雨晴海岸の「けあらし」について考えてみましょう。

<p>県花：チューリップ</p> 	<p>昭和29年(1954年)3月22日に県花に選定されました。本県は、日本一の出荷量を誇るチューリップ球根産地であり、約300の品種が栽培されています。4月下旬になると、砺波地方をはじめ各地で色とりどりの花のじゅうたんが見られます。</p>
<p>県木：タテヤマスギ</p> 	<p>昭和41年(1966年)10月1日に県木に制定されました。立山を中心とする山岳地帯に自生し、ヒノキ目・スギ科に分類され、常緑高木で寒さや雪に強く、まっすぐに天に向かって伸びるという特徴をもっています。</p>
<p>県獣：ニホンカモシカ</p> 	<p>昭和50年(1975年)10月4日に県獣に制定されました。標高500～2,000mの森林地帯や岩場に生息し、県内では立山連峰や黒部峡谷に多く見られます。体はシカよりやや小さく、オス・メス両方に短い角が生えています。国の特別天然記念物です。</p>
<p>魚津の蜃気楼</p> <p>著作物引用箇所のため非公表</p>	<p>蜃気楼は、大気中で光が屈折し虚像が見える自然現象で、気温や風などの条件が整わないと発生しません。刻々と変わる気温や風によって蜃気楼の形も変わり、同じ蜃気楼は二度と見られないとまで言われています。</p>
<p>雨晴海岸の「けあらし」</p> 	<p>富山湾では、晩秋から冬の寒さが厳しい時は、雨晴海岸に「けあらし」という自然現象が発生します。「けあらし」と富山湾に浮かぶ女岩・立山連峰のコラボレーションが富山の絶景として有名です。この風景は、日本の「渚百選」にも選ばれています。</p>

出典元「富山県HP」

【資料1】チュウリップの花の構造と特徴

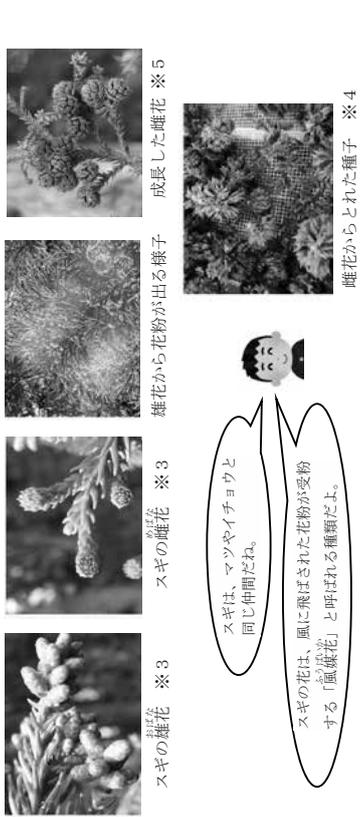


チュウリップの花弁は6枚あるように見えるけど、外側の3枚は「がく」なんだ。

「がく」は、花を保護する役割を終ると、花弁のように色づき、花弁としての役割を果たすようになるんだ。

チュウリップは、単子葉類だから、花弁は3の倍数だね。おしべやめしべの本数は、ユリと同じだね。

【資料2】スギの花のつくりと特徴



スギは、マツやイチヨリと同じ仲間だね。

スギの花は、風に飛ばされた花粉が受粉する「風媒花」と呼ばれる種類だよ。

- ※1 出典元「photoAC」 ※2 出典元「千葉 花の美術館」 ※3 出典元「東北森林管理局」
- ※4 出典元「山梨県森林総合研究所」 ※5 出典元「photohitto」 ※6 出典元「富山県HP」

(1) 花子さんは、チュウリップの花の構造を外側から順に1つずつとり外して分解し、観察の結果を記録しました。

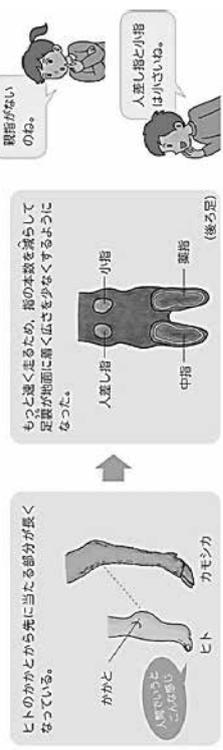
【資料1】を参考に、**外側から順に、部位の名前や数**が分かるように**観察の結果をかきなさい。**

(2) 太郎さんと花子さんは、チュウリップとタヤマスギについて分かったこと話し合いました。2人が見つけた、チュウリップとスギの「共通点」と「相違点」について述べなさい。

(3) ウシ科カモシカ属に分類されるニホンカモシカは、山の斜面などをすみかとして、急な岩場やがけを身軽にかけ上がることができます。その秘密は、ニホンカモシカの体のつくりにあります。

【資料3～5】をもとに、**雪の上**について**ニホンカモシカの足跡**を書きなさい。

【資料3】ニホンカモシカの足のつくり



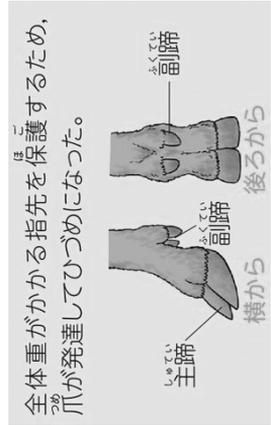
出典元「ふるさとやまの自然・科学ものがたり 富山県教育委員会」

【資料4】富山に住む野生動物の足跡



出典元「ふるさとやまの自然・科学ものがたり 富山県教育委員会」に一部加筆

【資料5】ニホンカモシカのひづめ

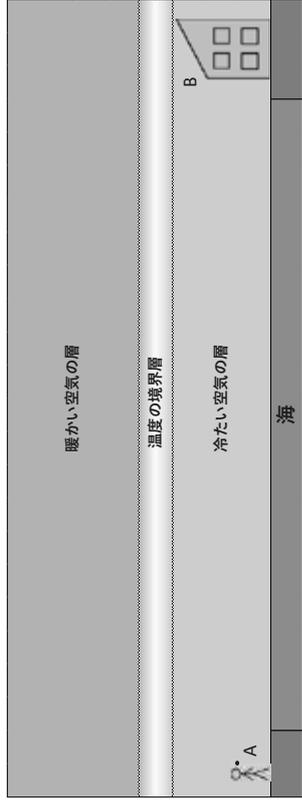


出典元「ふるさとやまの自然・科学ものがたり 富山県教育委員会」

32 富山湾で見られる神秘的な2つの風景についての考えてみましょう。

(1) 富山湾に現れる蜃気楼は、空気中で光が屈折するために5~20km離れた景色が実際とは違う形に見える現象です。

【資料6~7】を参考に、地点Aから建物Bはどのように見えるか春に現れる蜃気楼を図中に書き込みなさい。



【資料6】富山湾に見られるいろいろな蜃気楼



出典元「魚津観光協会HP」

【資料7】蜃気楼どうしてできる？

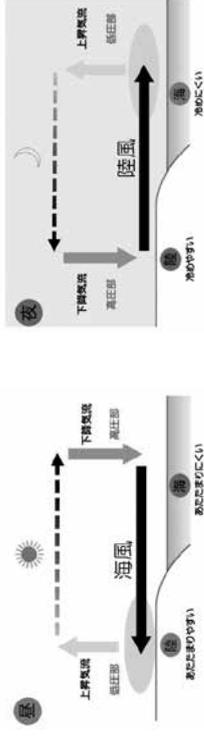
地表や海面近くで温度差などによって密度に差がある空気層ができたとき、遠くにある風景の形が変形して見えるんだ。

空気密度が違う場所では、密度の高いほうへ曲がる性質があるので、実際とは違うように見えるんだね。

春の蜃気楼が富山湾に現れるのは、下に冷たい空気層、上に暖かい空気層ができているから。下が冷たく上が暖かい空気層では、上へ向かう光が空気層の境界層で折れ曲がって下にもどり、見る人の目に届くんだ。

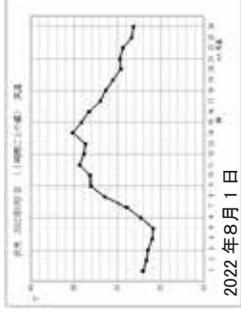
(2) 冬の雨晴海岸では、海面から不思議な湯気のようなものがゆらゆら立ち上っています。これは、「けあらし」と呼ばれる自然現象で、雲ひとつなく晴れ渡った冬の早朝にだけ観測されることが知られています。【資料8~10】をもとに、冬の早朝だけの「けあらし」が見られる理由を、「海水温」「気温」の2つの言葉を必ず使って説明しなさい。

【資料8】海風陸風とは



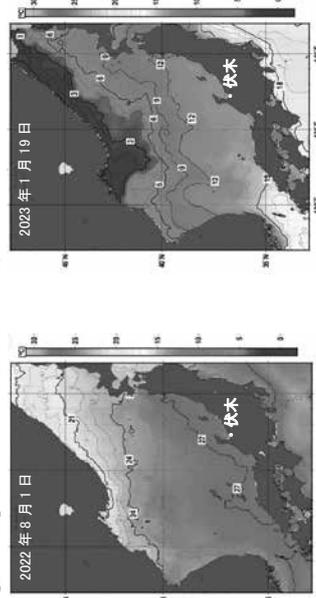
晴れた日の海岸では、昼間に陸地が暖められることで上昇気流が生じ、海から陸に向かって暖かい風が吹きます。これを海風といいます。また、夜には陸地が冷えることで下降気流が生じ、陸から海に向かって冷たい風が吹きます。これを陸風といいます。

【資料9】伏木における気温の変化

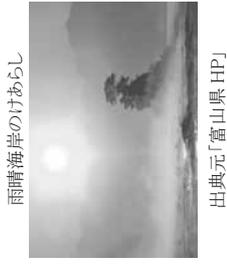


出典元「気象庁HP 各種データ・資料 1時間ごとの気温」

【資料10】富山湾における海水温の変化



出典元「気象庁HP 各種データ・資料 日別海面水温」



雨晴海岸のけあらし

出典元「富山県HP」

4 富山県黒部市にある黒部 峡谷には、日本一深いV字峡谷を走る、小さなトロツコ電車があります。このトロツコ電車はもともと、ダム建設資材や作業員を運ぶための鉄道として誕生しました。現在は観光用として紅葉のシーズンに運行しており、始発の宇奈月駅から終点の樺平駅まで、片道約1時間20分かけてゆつくり走ります。

魚津市に住む太郎さんは、両親とお兄さん、妹の5人で黒部峡谷鉄道を利用して紅葉を見に行くことになりました。下の図1、2はトロツコ電車の3列座席の客車とその内部であり、図3は客車の座席を図式化したものです。

図1



出典元「とやま観光ナビフォトライブラリー」

図2



出典元「黒部峡谷鉄道HP」

図3

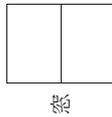


図4



(1) 左側の1列席には両親が座り、右側の2列席にきょうだい3人が座ることにしました。景色を楽しむため、窓側には必ず誰か座るようにするとき、座り方は全部で何通りありますか。ただし、座席1つに1人が座るものとし、例えば、図4のような座り方が考えられません。

(2) 始発の宇奈月駅から終点の樺平駅まで20.1km離れており、41本のトンネルを通過します。始発の宇奈月駅から1km進んだ地点に最初のトンネルの入口があり、トンネルの長さは150mです。最初のトンネルの出口から300m離れた地点に同じ長さのトンネルの入口があり、等間隔に同じ長さのトンネルが続いて並んでいます。このとき、最後のトンネルの出口は終点の樺平駅から何m離れた地点にありますか。

(3) お兄さんはトロツコでの待ち時間を利用して、太郎さんと妹に計算パズルを出題しました。①から③の式を参考にして、④の式を解くことができます。①から③の式が完成したら、解答欄に④の式の最後に現れる6桁の数字を書きなさい。ただし、同じ記号には同じ数字が入るものとします。

①
$$\begin{array}{r} + \quad * \quad \circ \\ \hline \quad \circ \quad * \\ \hline \quad \circ \quad \circ \quad \vee \end{array}$$

②

$$\begin{array}{r} \quad \circ \quad \circ \quad \circ \\ + \quad \triangle \quad \star \quad * \\ \hline \quad 4 \quad 6 \quad 0 \end{array}$$

③

$$\begin{array}{r} \quad \diamond \quad \diamond \\ + \quad \triangle \quad \star \quad \odot \\ \hline \quad 3 \quad 4 \quad 6 \end{array}$$

④

$$\begin{array}{r} \quad \square \quad \square \quad \triangle \quad \blacktriangleright \quad \star \\ \times \\ \hline \quad \odot \quad \blacktriangleright \quad \star \quad \square \quad \square \quad \triangle \end{array}$$

(4) 太郎くんはトロツコでの待ち時間を利用して、お兄さんと妹に下図のような虫食い算をつくって出題しました。ところが、あわてて書いたもので、登場している文字の表している数がわからなくなってしまうました。各文字の表している可能性は、図のように2通り存在します。この虫食い算を解いたとき、正しい筆算の式とその答えを解答用紙に書きなさい。ただし、虫食い算に複数回登場する文字が同じ数を表しているとは限りません。また、□で隠されている部分に0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9が記されることもあり、さらに、筆算の各段の最も上の位の□には0は入らないものとします。

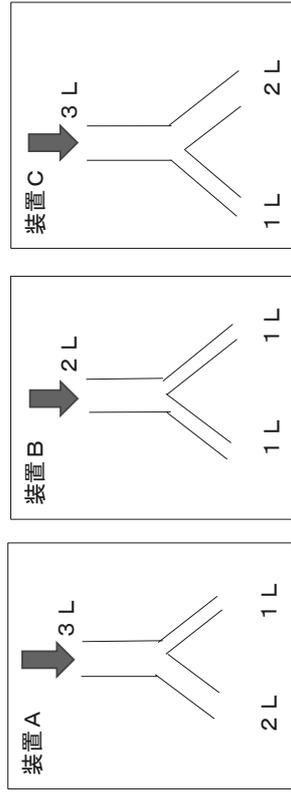
$$\begin{array}{r} 4 \square \\ \times \quad \square \quad 5 \\ \hline \square \quad \square \quad \square \\ \square \quad \square \quad \square \\ \hline 7 \square \square \square \end{array}$$

0	...	0	または6
7	...	1	または7
5	...	3	または5
4	...	4	または9

(5) 太郎さん家族は紅葉を見に行った帰りに ひがしやま 東山 円筒分水槽 すいどう 水槽を見に行きました。魚津市にある東山円筒分水槽は、上流からの水量の変化に影響されることなく、3つの農業用水に公平に分配するための円筒分水槽です。円筒からあふれる水の落差がこれだけあるものは珍しく、日本一美しい円筒分水槽といわれています。

そこで、次のように広さの違う5つの地区に水を分配する場合を考えてみます。

<東山円筒分水槽>



装置Aと装置Bと装置Cの3種類の装置を組み合わせて、一番上から81Lの水を入れました。すると、水路の下から図のように3L、28L、35L、14L、1Lの水が流れ出しました。途中の管は、装置Aと装置Bと装置Cをどのように組み合わせさせて水路を作ったか答えなさい。ただし、1L単位で処理して、考えましょう。答えは、解答欄の図にA・B・Cのアルファベットを書き込みましょう

