

とやま科学オリンピック **2015**

(中学校部門)

解答例および解説

2015年8月8日(土)

富山県 富山県教育委員会

1 【ねらい】

海岸で海を眺めたとき、水平線を見ることができます。水平線までのおよその距離は、地球を球として考えることで求めることができます。そのためには接線の特徴を用いるだけではなく、新しい数学の知識や近似式などをどのように利用すればよいかについても考える必要があります。

今回の題材では「接線を正しく作図できる」ことや、「新しい数学の知識を活用できる」ことをねらいとしました。

(1) ① $OA=OB$ だから

二等辺三角形・・・(答)

② 三角形の内角の和は 180° であるので

$$\bullet + \bullet + \angle AOB = 180^\circ$$

よって、 $2 \times \bullet = 180^\circ - \angle AOB$

また、 $\angle AOC = 180^\circ - \angle AOB$

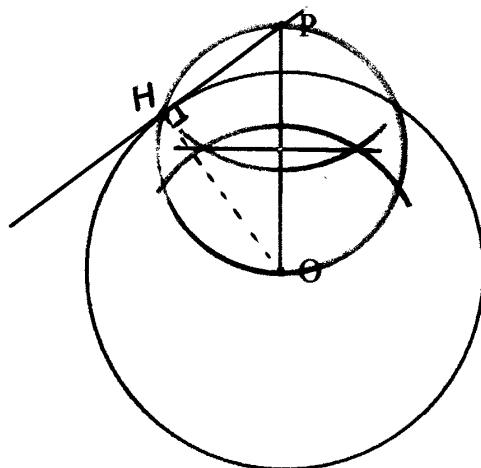
したがって

$$\angle AOC = 2 \times \bullet \quad (\text{終})$$

(2) $OH \perp HP$ となる円 O 上の点 H を作図により求めればよい。

(1) より、線分 OP を直径とする円と円 O との左側の交点が H となる。また、直線 HP が求める接線である。

したがって、作図は下図のようになる。



(3) (2) の円を、地球を真横から見た図と考え、 O は地球の中心、 P は高岡さんの目の高さ、 H は高岡さんから見える水平線と見なすことができる。

線分 OP と円 O との交点を Q とする。

OH 、 OQ は地球の半径なので、

$$OH = OQ = 6371 \text{ km}$$

高岡さんは堤防に立っているので、

地面から高岡さんの目の高さまでの距離 QP は

$$QP = 3.5 \text{ m} + 1.5 \text{ m} = 5 \text{ m} = 0.005 \text{ km}$$

高岡さんの目から水平線までの距離 PH を x km とする。

$\angle OHP = 90^\circ$ なので、「(I)三平方の定理」を用いると

$$OP^2 = OH^2 + PH^2$$

$OP = OQ + QP = (6371 + 0.005) \text{ km}$ だから

$$(6371 + 0.005)^2 = 6371^2 + x^2 \quad \dots (\star)$$

0.005 は 6371 に比べると十分小さいと考えることができるので、

「(III)近似式」を用いると

$$(6371 + 0.005)^2 \approx 6371^2 + 2 \times 6371 \times 0.005$$

この式の右辺を (\star) の左辺と置き換えると

$$\cancel{6371^2} + 2 \times 6371 \times 0.005 = \cancel{6371^2} + x^2$$

$$x^2 = 2 \times 6371 \times 0.005$$

$$x^2 = 63.71$$

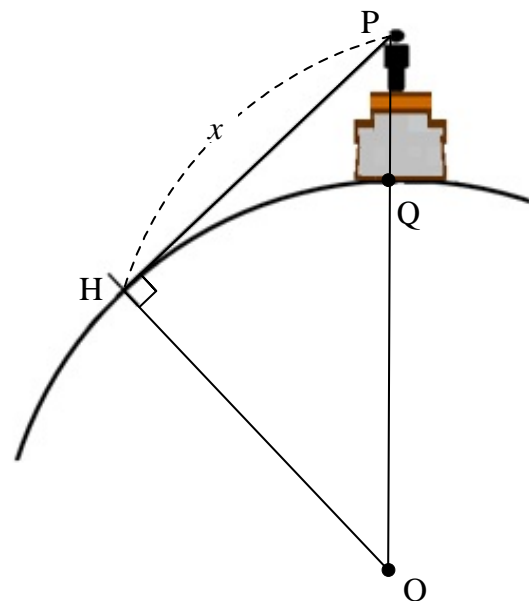
「(II)平方根の考え方」を用いると、

$$62.41 = 7.9 \times 7.9, \quad 64 = 8 \times 8$$

であるから 63.71 の平方根 x は正の数で考えるとおよそ 8 となる。

したがって、

$$8 \text{ km} \quad \dots (\text{答})$$



2

【ねらい】

富山県は周囲を立山連峰に守られているので、自然災害が少ない、と言われているが、阪神淡路大震災や東日本大震災のような広範囲にわたる甚大な災害を考えると安全とは言いきれない。そこで、昨年噴火した長野県御嶽山と同じ火山帯に属する立山をテーマに地震と富山県の地形との関係について考えさせる設問とした。

- (1) 富山県が震源から遠く離れているため、地震波が伝わってくる間にエネルギーが小さくなり、震源付近の最大震度よりもゆれが小さくなるから。

【解説】

地震が発生すると、震源から速度の異なる二種類の波（P波とS波）を生じる。それにともなって地表では時間差で揺れを感じる。始めの揺れを初期微動といい、上下方向に小刻みに揺れる。その後、横方向に揺れる主要動は周期が長く大きな揺れが特徴である。地震波の速度の違いは到達時刻の差となって現れる。その差を初期微動継続時間（P—S時間）といい、震源から離れるほど時間は長くなる。また震源からの地震波は同心円状に広がるため、多少の差異はあるものの同じ地震到達時刻の地点を結ぶと円形となり、震度分布も同様の形態となる。さらに地震発生時に生じた地震のエネルギーは波として地中を通過する際に分散して広がり、そして、減衰するために震源からの距離が離れるほど伝わるエネルギーは小さくなる。

(2)

- ・地震
 - ・火山ガス（硫化水素）
 - ・溶岩流
- など

【解説】

火山活動のようすは、ダイナミックな大地の変化を知る手がかりです。最近では、火山活動が活発になった火山がいくつか出てきており、警戒レベルが上がり入山規制によって登山が禁止されている山もあります。県では地震災害だけでなく洪水や津波による災害を想定した防災マップを作成し、防災意識を高めるよう呼びかけています。

(3) 解答例

2つの震源から富山までの距離はほぼ等しいが、資料1より能登半島側から伝わる地震波は固い岩盤を通過してくるのに対して、長野県側から伝わる地震波は立山の地下にある軟らかい岩盤を通過することがわかる。また、資料2より免震装置の鉛ダンパーは、軟らかく形が変形することで揺れのエネルギーを吸収して、ゆれを小さくする働きがある。

これらのことから、立山の地下の軟らかい岩盤を地震波が通る際に、エネルギーが弱まり、富山での地震によるゆれが小さくなったと考えられる。

【解説】

立山の地下には低速度帯と呼ばれる柔らかい地盤が存在することがこれまでの地質研究や人工的な地震波の通過測定から明らかとなっている。現在のところ、県内を震源とする地震による被害は少ないものの、近県を発生源とする地震の影響による被害を最小限に食い止めるため詳細な地質調査や活断層の分布から震度予測を立て防災マップを作成している。

3 1

(1) 【ねらい】

文献資料や写真資料、グラフ、地図資料を見て、飛越地震以前の常願寺川の様子を読み取らせる。

(1)	①	成願寺川
	②	現在よりも東にあった。
	③	(橋はなく、)川を渡る舟が出ていた。
	④	大きな洪水が1度あったが、それ以外はさほど大きなものはない。

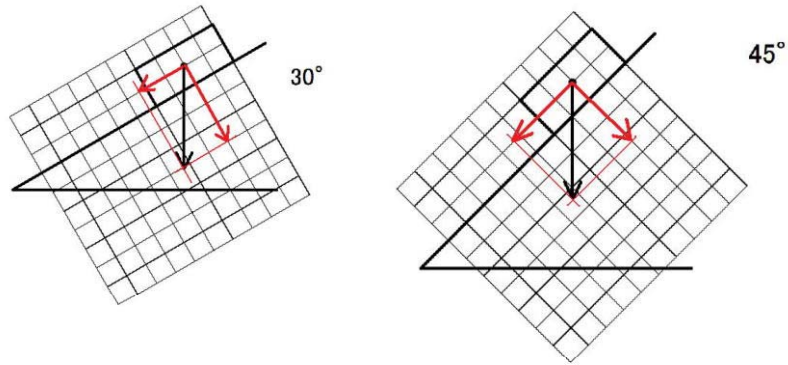
(1) 【解説】

- ①については、【資料1】中に、「是レ成願寺川ナリ」とある。
- ②については、【資料2】中に、「河身は現今よりも東方に寄っていたので」とある。
- ③については、【資料1】中に、「川ハ二瀬ニナリテ船渡ナリ。船賃六文也。」とある。
- ④については、【資料2】中に、「寛政年間（1789～1801年）鍬崎山が崩れて真川が出水した外は、言うべき程の水害もなく、年中水澄みて」また、「稀に出水があっても、その島面を浸したことはなく」とある。

(2) 【ねらい】 重力の分力から斜面の角度が大きいと落ちる力が大きくなることを指摘できる。

①

作図



考えたこと

角度が急になると、斜面を落ちる（下る）力の大きさが大きくなる。
（強くなる）

<加減>角度が $1/3$ (30°) では、斜面方向の力は重力の $1/2$
あるなど、角度が大きくなると急に力の大きさは大きくなる。

②	ア	狭（せま）
	イ	大きく・（急で）
	ウ	速 い

【ねらい】

同じことが他の川で起こった時に、大転石が転がることが可能かどうかを考察させる。

1(2) ③	可能性が(ない)	常願寺川は他の河川と比べ、勾配が急であり、他の河川の上流で同じような洪水が起こっても、大転石は中流域までは転がらないから。
	可能性が(ある)	富士川は常願寺川と同じで、上流域までは勾配が急であり、上流で同じような洪水が起こった場合、大転石が中流域まで転がる可能性があるから。

【解説】

【資料6】から、常願寺川が世界の大陸の河川と比べて短く、急流であることが分かる。また、国内の他の河川と比べても、かなり急流であることが分かるが、富士川が標高200mくらいまでは、常願寺川と同じくあり勾配が急であることも読み取れる。

(3)	もともと村は左岸にあったが、たび重なる洪水のために、洪水の影響の少ない右岸に引っ越したと考える。
-----	--

(6) 【解説】

【資料8】を見ると、現在の常願寺川の左岸に、土砂堆積区域が広がっていることが分かる。従って、もともと左岸にあった村々が、氾濫の被害を受けにくい右岸に引っ越したものと考えられる。右岸の村名に「新」とつくものが多いことも【資料7】から読み取ることができる。

3 2

(1) 【ねらい】 科学的に砂防堰堤のはたらきを説明できる。

滝がなく、傾きが急でまっすぐな斜面は、転がり出した石は止まらず、下流まで流れていく。砂防堰堤を作ると段で落ちたときに大きな石は止まり、よほどの水流がない限り動きにくくなることで下流域に大きな石が運ばれにくくなる。

(2)	<ul style="list-style-type: none"> ・川底は、堰堤によってさえぎられないため、魚などの野生生物が移動できる。(生態系への影響がすくない) ・小～中規模の洪水の時は土砂をそのまま流出できる。 ・大洪水のあと、徐々に元の川底まで戻すことができる。 ・堰堤の中に土砂がたまりにくい。(維持管理コストが低い) ・たまった土砂や水が流れやすく腐敗を防ぐことができる。 <p>【解説】：二つの画像と問題文から、スリットの効果を推論して解答することがねらい。</p>	
	番号	③
(3)	理由	・「立山・黒部」は、立山カルデラなど貴重な自然環境があるだけでなく、厳しい自然に対して立ち向かった砂防の建造物群と事業の歴史を有しているから。
	番号	①
	理由	・砂防堰堤などを工夫しながら作り、洪水から人々を守り続けている巨大な施設群は世界遺産に値するから。

【解説】

富山県と関係市町村は、「立山・黒部」の世界遺産登録にむけて取り組んでいる。「立山信仰－山と水を畏れ敬う資産」、「砂防－山と水を治める資産」、「発電－山と水を生かす資産」をコンセプトに提案しようとしている。

世界遺産に選ばれるためには10ある基準の一つを満たしていて、なおかつしっかりと保護と管理をしていく体制が整っていることが必要。10の基準のうち6つは文化遺産、4つは自然遺産で、その両方で基準が満たされると複合遺産になる。富山県は、文化遺産を中心に提案しようとはしているが、「立山・黒部」は、立山カルデラや地獄台、称名滝、弥陀ヶ原、跡津川断層、黒部峡谷、絶滅が危惧される雷鳥などの生息地でもあり、自然遺産的な価値も十分に含んでいると考えられるので、ここでは生徒個人の提案とその理由の整合性があり、今までの設問をふまえていれば正解としたい。

この設問を考えることによって、「立山・黒部」の総合的な価値を実感してもらうことをねらいとする設問である。

4 1

【ねらい】

富山の医薬品産業の基礎を築いた富山売薬について、売薬とは何か、どのように商売をしていたのか、どのようにして発展したのか(薬の原料の入手に関して)を知り、富山で普及した置き薬と先用後利の制度が外国でも普及し始めていることとその理由を考えさせる。

(1) 紙

【解説】

【資料2】【資料3】はともに紙で出来ている。また、【資料1】から運ぶ時に軽い方が良いことも推測できる。問題文に、「売薬さんたちは荷物を背負って歩かなければならなかった」とある。また、柳行李の各段に詰めた物の紹介から、売薬さんは重い荷物を背負って行商をしていたことが読み取れる。背負う荷物は少しでもコンパクトに、また軽くしたいと思うのは売薬さんも私たちも同じであると思われる。

(2) 薬瓶製造業

【解説】

ガラスと直接関連するのが「瓶」である。明治時代や大正時代には、手作りの薬瓶製造で富山は全国のトップシェアを誇り、昭和に入っても、今の富山駅周辺を中心として、溶解炉をもつガラス工場が10社以上あったといわれている。伝統産業と現在の工業とのつながりを問う設問である。

(3)

- ・薩摩は富山売薬の運ぶ昆布を中国へ輸出し、漢方の原料を輸入していた。その漢方の原料が富山売薬に渡っていたから。

【解説】

当時、昆布は日本の中国への重要な輸出品であったこと、薩摩組が蝦夷地えぞで昆布こんぶを仕入れて大坂へ向かい、さらに薩摩へ昆布こんぶを運んでいたことが問題文から分かる。また、【資料5】から薩摩は琉球経由で昆布を中国へ売り、漢方の原料を仕入れていたことが分かる。この漢方の原料が薩摩組に渡っていたことは、容易に推測できる。

(4) ①

- ・置き薬キットの値段はそれほど高くなく、平均収入の少ない遊牧民にも負担は小さいから。
- ・遊牧民は病院まで距離のある位置で生活することがあるから。

【解説】

- ・【資料7】からモンゴルでは日本と比べ、面積が広いのに病院数が少ないことが分かる。そこからモンゴルでは日本に比べ、人々は病院から離れた生活をする人も多いことが推測される。また、【資料6】から遊牧民の家の周りには何もないことが見てとれる。このことから遊牧民は病院から離れた場所に暮らしていることが推測される。
- ・【資料8】から農牧業を営むモンゴル人は収入が少ないことが分かる。
- ・【資料8】の「2012年9月16日付けモンゴル銀行為替レート（1円＝17.97トグログ）」と【資料9】の「2012年9月16日の為替レートは、1ドル＝約79円」から置き薬キットの値段が農牧業を営むモンゴル人の収入と比較してもそれほど高くないことが分かる。また、【資料9】には置き薬キットの値段である約10米ドルに対し、「この価格はモンゴルで購入できる同程度の効果をもつ西洋医薬品価格の8分の1から20分の1の価格である」とあることから、置き薬キットの価格は安いことが分かる。

(4) ②

- ・西洋医薬品の値段が高く、事前に複数の薬を購入して病気に備えることが難しいため、始めから複数の薬が用意され、必要なときに必要なだけ利用できるシステムは経済的に負担が少ない点。
- ・遊牧民に収入があるのは年に数回で、代金後払いのシステムは手持ちの現金がなくても利用できる点。

【解説】

【資料8】から農牧業を営むモンゴル人は収入の機会が少ないこと、また、収入自体が少ないことが分かる。また、【資料9】には置き薬キットの値段である約10米ドルに対し、「この価格はモンゴルで購入できる同程度の効果をもつ西洋医薬品価格の8分の1から20分の1の価格である」とあることから、置き薬キットの価格に比べ西洋医薬品は高いことが分かる。よって、病気になる前に事前に薬を用意しておくことが難しかったり薬を使用した直後に支払いをすることができない場合があったりと推測される。そのため始めから複数の薬が用意してあり、使用した分だけの代金を後から支払う置き薬は人々にとって都合が良かったと考えられる。

4 2

【ねらい】

金岡邸の高さは、自分の立っている場所から金岡邸までの距離と、目の高さ、見上げた角度をもとにした2辺の割合を用いれば求めることができます。今回の題材で、縮図を用いて高さを求めることで、「日常生活の中でも、数学の知識を用いて建物などの高さを求めることができる」ことを知ってほしいと考えた。(3)では、資料や条件に合うようにものごとを進めるときには、正しく資料を読み取り、条件を理解する必要があります。今回は、薬草の花壇の植え方について、花期の資料と植え方の条件を付けました。「資料を正しく読み取る」こと、「条件を理解し、工夫して長方形を区切る」ことをねらいとします。

(1) 金岡邸の最上部の真下から A さんが立っている場所までの距離は、実際には 10 m であるが、これを定規で測ると 10 cm になる。また、目の高さを定規で測ると 1.7 cm になるので、実際の目の高さは 1.7m であることがわかる。

(2) $\frac{b}{a} \doteq 0.57$ を用いて考えると、金岡邸の高さから目の高さを引いた高さは、

$$10\text{m} \times 0.57 = 5.7\text{m}$$

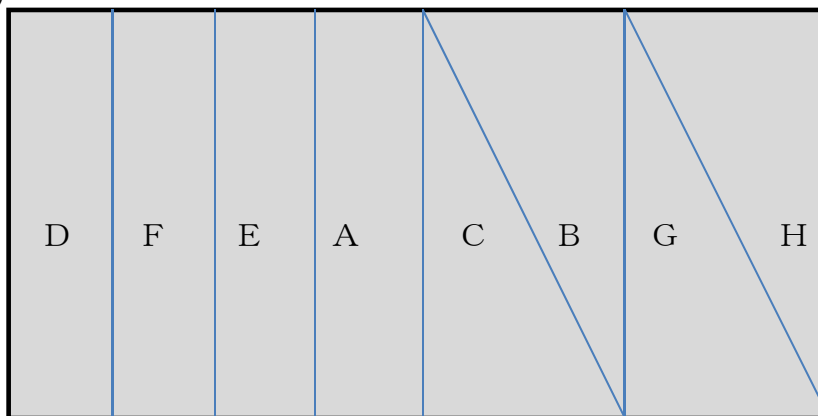
したがって、これに目の高さ 1.7m を加えると、

$$5.7\text{m} + 1.7\text{m} = 7.4\text{m}$$

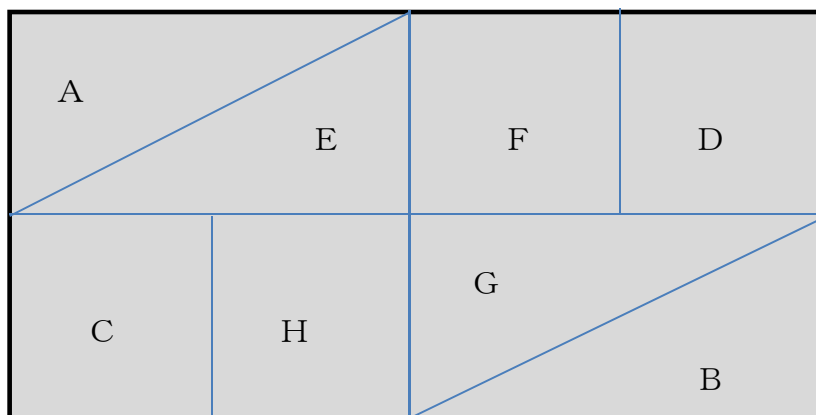
よって 7.4m となる。

(3)

(解答例 1)



(解答例 2)



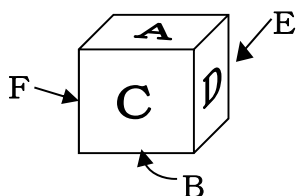
4 3

【ねらい】

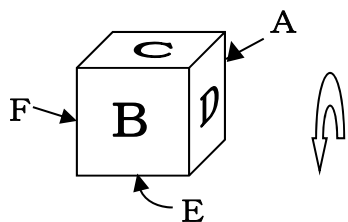
立方体での色の塗り分けの仕方を考えます。回転させたとき同じ配置になるものもあるので、重複しないようにすべての場合をもれなく数えます。

今回の題材では「空間の図形の認識」や、「場合分け」ができることをねらいとしました。

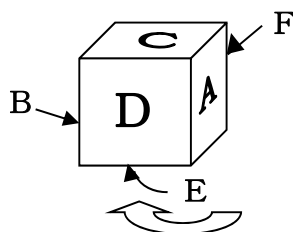
(1) {A, B, C, D, E, F} は下の図のようになる。



上の面がCより、下の面がEとなる。次にBが⑥になるように横に回転させると

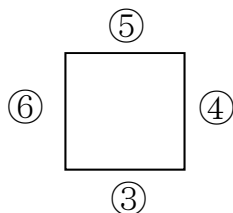


{C, E, D, A, F, B} となる

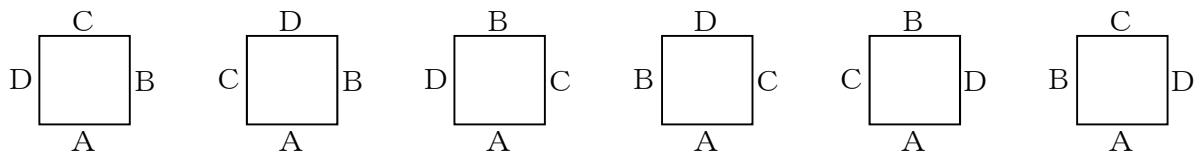


解答 {C, E, D, A, F, B}

(2) 上から見ると



回転しないように③を固定して考えると分かりやすい。



解答 {A, B, C, D}, {A, B, D, C}, {A, C, B, D}, {A, C, D, B}, {A, D, B, C}, {A, D, C, B}

(3) 回転しないように上の面①をFで考える。下の面がEのときの配置は6通り。また、下の面はA, B, C, D, Eの5通り考えられるので、

$$6 \times 5 = 30$$

解答 30通り

4 4

【ねらい】薬の用法・用量について知ること、その意義や重要性を考える。

【解答・解説】

(1) (ア) 12.0	(イ) 1.8
<p>(2)</p> <p>関係： <u> 比例 </u></p> <p>説明：薬の服用後の各測定時間における成分消失速度を平均血中濃度で割ると、すべて同じ値 (0.25) になる。したがって、成分消失速度と平均血中濃度の間には比例関係が成り立つことがわかる。</p>	

(1) (ア) $(15.0 + 9.0) \mu\text{g/L} \div 2 = 12.0 (\mu\text{g/L})$

(イ) $(9.0 - 5.4) \mu\text{g/L} \div (7 - 5) \text{h} = 1.8 (\mu\text{g}/(\text{L}\cdot\text{h}))$

(2)

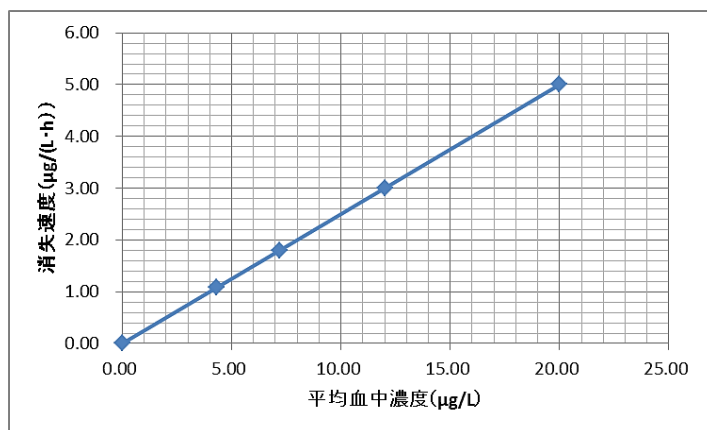
服用後の測定時間 (h)	1～3	3～5	5～7	7～9
平均血中濃度 ($\mu\text{g/L}$)	20.0	12.0	7.2	4.32
成分消失速度 ($\mu\text{g}/(\text{L}\cdot\text{h})$)	5.0	3.0	1.8	1.08
成分消失速度 ／平均血中濃度	0.25	0.25	0.25	0.25

服用後の各測定時間における平均血中濃度と成分消失速度は、次のように求めることができる。

測定時間が1～3時間のとき、

平均血中濃度 = $(25.0 + 15.0) \div 2 = 20.0 (\mu\text{g/L})$

成分消失速度 = 血中濃度の変化量 ($\mu\text{g/L}$) / 測定時間 (h)
 = $(25.0 - 15.0) \div (3 - 1) = 5.0 (\mu\text{g}/(\text{L}\cdot\text{h}))$



5

(1)	①	
	② 例	<ul style="list-style-type: none"> ・ 暖流である対馬海流の一部が富山湾に流れ込み、巡回しているから。 ・ 富山湾は能登半島に囲まれた大きな湾であり、冬でも比較的穏やかだから。 ・ 富山湾はたいへん深くぼみのようになっている。また、県内各地の川が湾内に流れ込み栄養豊富である。このことから、ブリのえさとなる小魚やプランクトンの量や種類が多く、ブリにとって良い環境となっている。

- ・ 富山湾は、対馬海流のおかげで冬も比較的暖かいので、ブリをはじめとした暖流系の魚が集まってくる。
- ・ 北から南へ移動する回遊魚たちは、日本海に突出した能登半島に受け止められるような形で富山湾へやってくる。
- ・ 富山湾の水深は、中央部で800～1,300mある。「日本の三大深海湾」と呼ばれる。表層を流れる暖流である対馬海流の下には日本海固有冷水（深層水）もあり、暖流系と冷水系両方の魚が生息できる環境となっている。日本海に分布する約800種の魚のうち、約500種が生息しているとも言われる。また、「あいがめ」と呼ばれる16もの海底谷があり、よい漁場ともなっている。これらの小魚やプランクトンはブリのえさともなり、富山湾は、ブリにとって入り込めば、とても住みやすい環境となっていると考えられる。

(2)	①	3歳ぐらい	
	②	分布の特徴	考えられる理由
	例	<ul style="list-style-type: none"> 海に近い地域では、成長段階名が多い。 海に近い地域には、ハマチ、ニマイズルなど特有の呼び名がある。 東部では、一番小さい段階名がツバイソであるが、西部ではコズクラである。 西部に行くにつれ、ガンドの呼び名が出てくる。 山間部では、ブリの呼び名の数が少なく、より大きな成長段階の名が分布している。 	<ul style="list-style-type: none"> 臨海部は魚食が盛んで、小さい魚からいろいろな成長段階のものを食べるから。 漁業が盛んで魚をよく食べる地域なので、固有の呼び名が生まれた。 富山湾東部には小さな段階のツバイソが分布し、水揚げされるから。 富山湾西部では大きくなった魚が分布し、水揚げされるから。 山間部では、臨海地区から魚を運ばねばならなかったため、保存手段が進んでいなかった昔は、大きくて価値のあるブリしか購入して食べなかったから。

- ブリの幼魚は魚体が小さく、成魚に比べて傷みやすいことなどからもっぱら地元で消費された。だが、食べればおいしいことに間違いはなく、それぞれの地域で愛情を込めてさまざまな名前がつけられた。
- 魚介類の流通が今日ほど発達していなかった1975（昭和50）年頃までは無塩のぶりが流通するのは沿岸部に限られていたため、一年幼魚のツバイソやコズクラ、二年幼魚のフクラギなどは内陸での食生活で利用されることなく、内陸の各地域では成魚のブリという名称しかしようされなかったそうだ。（ニューズレター347号）

(2)	③ 例	<ul style="list-style-type: none"> ブリは成長するごとに名前を変え、出世していくようで縁起がよいから。 ブリは年をとるごとに名前を変えるので、年越しの魚にふさわしいから。 富山湾で獲れるブリは、栄養が豊富で最高においしい高級品だから晴れの日に食べるのがふさわしいから。
	④ 例	昔は、 <u>冷蔵技術や輸送手段が発達していなかった</u> 。そのため、ブリを遠くまで運ぶのに日数がかかったので、 <u>傷まないように保存を利かせるため塩漬けにした</u> 。
	⑤	9日

- ③について
米1俵（60キロ）の値段は [10キロ 3円4銭（304銭）] × 6
= 1,824銭
労働者の日当は2円18銭（218銭）なので、
 $1,824 \text{ 銭} \div 218 \text{ 銭} = 8.366 \dots \text{ 日}$
つまり、9日間働かなければぶり1本を買う収入を得られないことになる。