

とやま科学オリンピック **2021**

(中学校部門)

解答例および解説

2021年8月7日(土)

富山県 富山県教育委員会

解答・解説

1 1 【ねらい】 (1) (2)

日本は生物の多様な国である。当たり前に見ている動植物も世界からみれば珍しい生物がたくさん生きています。そして、それらが絶滅の危機にひんしています。富山に生息しているライチョウから生物多様性を守るためにできることを考え、実践してもらいたいです。

1 1 (1)

<ライチョウはどのような環境に生息している動物か>
北緯の高いところに生育しており、寒さを好む鳥である。

1 1 (2)

<現在ニホンライチョウが高山帯にのみ生育している理由>
最終氷期後に気温が上昇し、多くのライチョウは気温の低い北へと移動したが、2万年前に大陸から日本に渡った一部のライチョウは標高の高い気温の低いところに移動することで、生き残ったから。

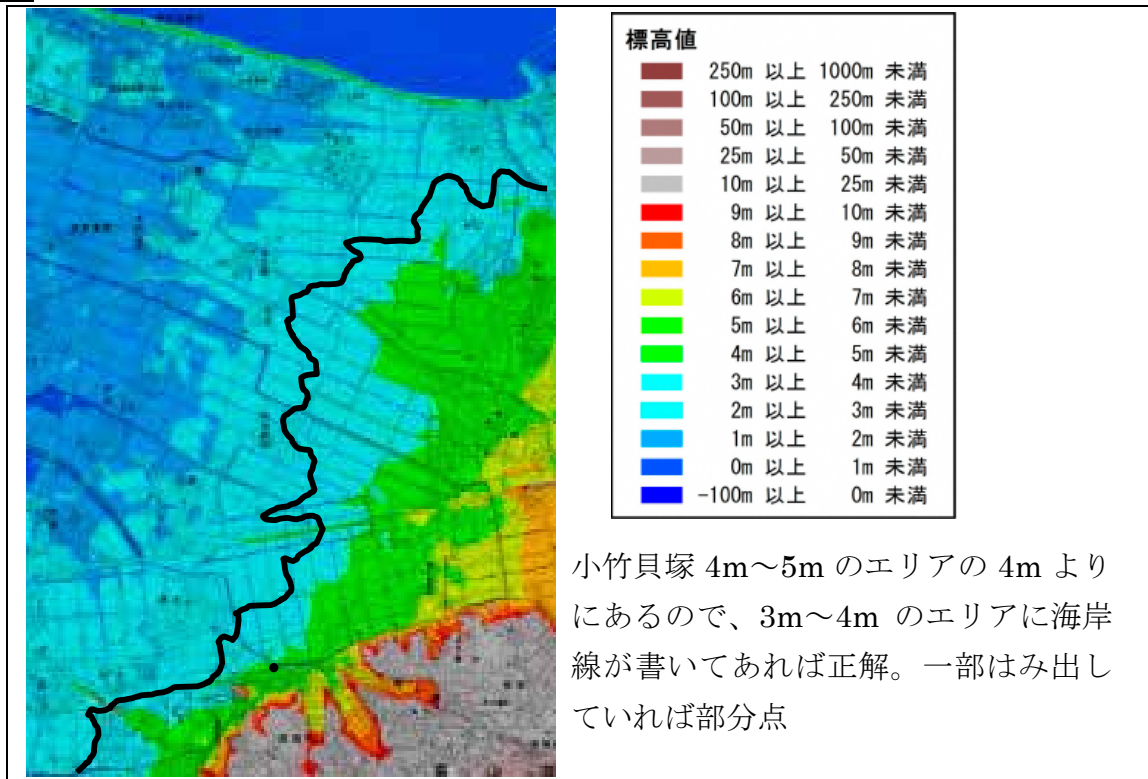
【解説】

ライチョウは代表的な北方系の鳥類で、その仲間にはロシア北部、アラスカ、カナダ北部、スカンジナビア半島などに生息しています。南の地域では、高山などの寒冷地にのみ分布し、その中で日本の高山に生息するものが南限となっています。ニホンライチョウは遺存種と呼ばれる生物の仲間です。遺存種とは、かつては広範囲に生息していたが、環境の変化などで分布が小さくなり、現在では分布が限られた場所のみにみられる生物のことをさします。ニホンライチョウは、最終氷期後の環境変化で分布が小さくなり、限られた場所で生存する代表的な生物の1つです。

12【ねらい】 (1) ①② (2) (3) (4) (5)

小竹貝塚は縄文時代前期の遺跡で、北陸新幹線の工事に伴い大規模な発掘調査が行われました。縄文時代の遺跡というと、社会（歴史）の分野ですが、現在は植物の化石を分析したり人骨の遺伝子を分析したりするなど、多くの科学的な分析も行われています。歴史と科学の力の両方について興味をもってほしいです。

12 (1) ①



【解説】

縄文時代前期である約 6,000 年前は、温暖化による気温上昇により、海面が今より 4m ほど高かったといわれています。富山県では、現在の射水平野の範囲がほとんど水没し、海水と淡水が混じる汽水域が広がっていました。この海岸付近には、小竹貝塚のほか、蛸ヶ森（しじみがもり）貝塚や、針原（はりわら）西遺跡などの貝塚が知られています。

縄文海進は、海岸線付近にあるはずの貝塚が、内陸部で多数発見されたことから仮説の提唱が始まりました。様々な研究で、縄文時代に海水面の上昇が世界的に発生していたことが確認され裏付けられました。

1) 2 (1) ②

温暖化により気温が上昇すると、海水の温度も上昇し、密度が小さくなる。質量は変化しないので、体積が増加（膨張）しており、海水面が上昇する。

【解説】

温暖化による海面上昇の要因として、氷の融解が考えられますが、北極海に浮かんでいる氷はいくら融解しても海水面の上昇には結びつきません。これは氷を浮かべたコップの水位は、氷が融けてもほぼ変化しない原理と同じです。【資料3】

【資料2】から、水の密度は4℃付近で最大となり、さらに温度が上昇すると、密度が小さくなることが分かります。密度は（質量）÷（体積）で表されます。よって、海水の質量は変化しないので、密度が小さくなるということは、体積が大きくなることを示しています。近年の海面上昇は、陸上の氷の融解と、体積膨張の2つが大きな要因となっています。

1) 2 (2)

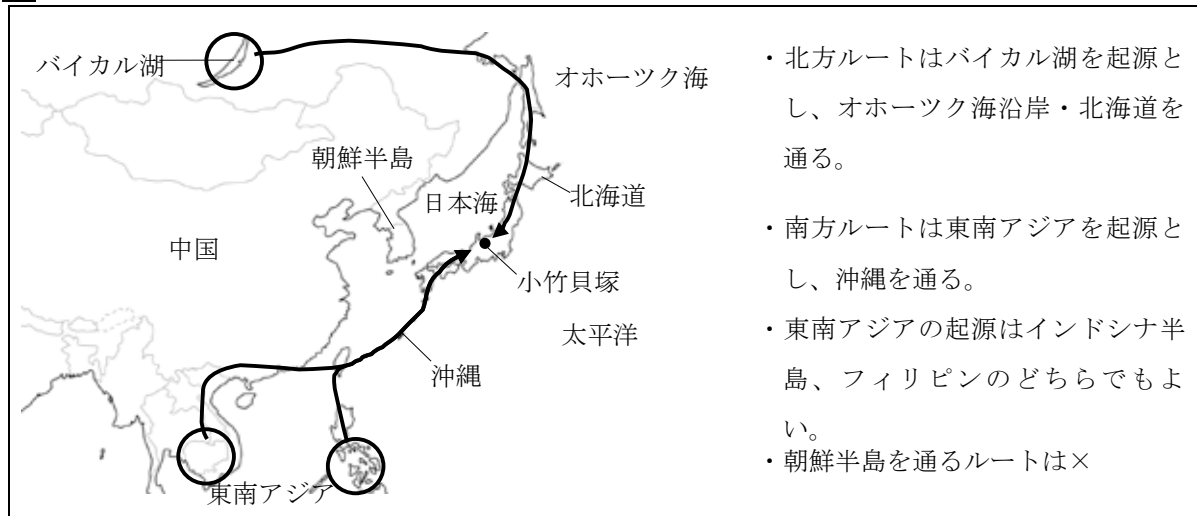
広葉樹であるハンノキやコナラが減って、針葉樹であるスギが増えたことから、寒冷化していったと考えられる。

【解説】

小竹貝塚から見つかった花粉化石は、多くの樹木や草花のものがみつかり、当時の植生と環境を知ることができます。また、その後で堆積した地層の花粉化石から、それ以降の植生や環境の変化も分かります。縄文時代以前の地層④の花粉組成は、コナラが多く、クリ・アカメガシワなども産出されました。これらは全て日陰では生育できないが日当たりの良いところで成長が早い陽樹であり、遺跡周辺に比較的開けた場所があり陽樹林が広がっていたことが分かります。また、ハンノキも多く、ハンノキを主体とした湿地林も存在したと推測できます。

古墳時代以降の地層②では、スギの増加が著しいです。針葉樹は寒さに耐える葉の構造をもつ寒冷地に適した樹木です。これにより、弥生時代に寒冷化が進んだと考えられ、海岸線が現在よりも2mほど海水面が低下した「弥生の小海退」と一致します。ちなみに、魚津埋没林は、海水面が今より低かった約2,000年前、片貝川の氾濫によって流れ出た土砂がスギの原生林を埋め、その後海面が上昇して現在の海面より下になったと考えられています。

12 (3)



【解説】

DNA は核に含まれる遺伝子の本体であり、両親から半分ずつ受け継ぐ。このDNA によって血液型など多くの形質（生物の形や性質）を決めているので、親子は似ているところが多いです。また、DNA はミトコンドリアという細胞内の器官にもわずかであるが存在しています。このミトコンドリア DNA は核の DNA と異なり全てが母親から受け継いだものであるため、直接の起源を母方から遺伝的グループをたどることができます。小竹貝塚の人骨で調べられた DNA もミトコンドリア DNA であり、その起源が北方系（N9b・A・G）と南方系（M9a・M7）に分かれることが判明しました。また、現代人に見られる D4 が存在しなかったことは、D4 が渡来系弥生人であるという仮説を支持していると言えます。弥生時代に D4 をもつ人々が中国や朝鮮半島から渡来して、縄文人と交雑することで、我々現代人につながる日本人となったと言えます。

12 (4)

① ④ ⑤

【解説】

小竹貝塚からは、91 体の人骨と共にイヌの骨も多く出土しており、その骨の多くが廃棄域の中の墓域から出土しています。イヌ以外の骨も出土していますが、完全な個体では出土しておらず、イヌによる咬痕や解体痕が見られています。これらのことから、小竹貝塚の縄文人にとってイヌは特別な存在であったことが伺えます。近年の研究により、窒素・炭素安定同位体比の研究から当時の人々とイヌの食性が少しずつ解明されており、小竹貝塚の縄文人とイヌとの関わりについて少しずつ明らかになってきていることを知ってもらいたいです。

- ①：【資料10】及び【資料13】より、ほかの動物の骨とは異なりそのままの形で出土しており、中には特定の人骨のそばに寄り添う形で出土していることから正解である。
- ②：【資料9】及び【資料10】より、イヌは解体痕などが存在せず食料とはみなされていなかったと考えられるので、不正解である。
- ③：【資料14】より、イヌの骨は骨角器には利用されていないが、その理由がイヌの骨がもろいためという根拠はないので、不正解である。
- ④：【資料9】及び【資料10】より、イヌは特定の人物のもとで大切にされており、また、イノシシなどにイヌによる咬痕が見られることから、狩猟犬としての役割を果たしているイヌがいたと考えられることから、正解である。
- ⑤：【資料11】及び【資料12】により、小竹貝塚の縄文人と同じ食性のイヌと主に魚を食べていたイヌが存在しており、そのどちらも一緒墓域に埋葬されていることから、正解である。

1 2 (5)

① ③ ④

【解説】

小竹貝塚出土の埋葬人骨の中には、副葬品と一緒に出土しているものも多いです。副葬品は全埋葬人骨で共通しているわけではなく、その人骨によって埋葬されている品に違いがあることから、生前その人が使用していたり愛用していたりしたものと考えられます。さらに、副葬品は男女で差があることが分かり、当時の性別役割や生活様式について考えを深めてもらいたいです。

- ①：磨製石斧や石匙は狩猟道具であり、それらが男性の副葬品として出土していることから正解である。
- ②：副葬品の傾向から所有観には違いがあるが、それが異性間で贈りあったかどうかまではわからないので、不正解である。
- ③：鳥類の骨や貝を使用した副葬品が女性と共に出土していることから、正解である。
- ④：垂飾状歯牙製品は、大型で獰猛な動物の骨や歯を使って作られた装飾品であり、それらが男性と共に出土していることから正解である。
- ⑤：男性も垂飾といわれる装飾品と共に埋葬されていることから、不正解である。

2

ねらい 富山県内には世界的に有名な瞬間接着剤しゅんかんせつちやくざいを製造する会社の工場がある。その製品に関する問題を円の面積と球の体積の計算、中学校での学習内容である作図を工夫して使うことによって、接着剤の有用性に気付かせることがねらいである。

(1) **解答** 0.053 mm

解説

瞬間接着剤A 1滴てきは、直径が4 mm（半径は2 mm）の半球であるから、体積は、

$$\frac{4}{3} \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \div 2 \text{ (mm}^3\text{)}$$

である。

また、直径20 mm（半径10 mm）の1円玉の大きさの板の面積は、

$$10 \times 10 \times 3 \text{ (mm}^2\text{)}$$

である。

1滴の瞬間接着剤が、1円玉の大きさの板の上にいるので、瞬間接着剤の厚さをh (mm)とすると、

$$10 \times 10 \times 3 \times h = \frac{4}{3} \times 2 \times 2 \times 2 \times 3 \div 2$$

$$300h = 16$$

$$h = \frac{16}{300}$$

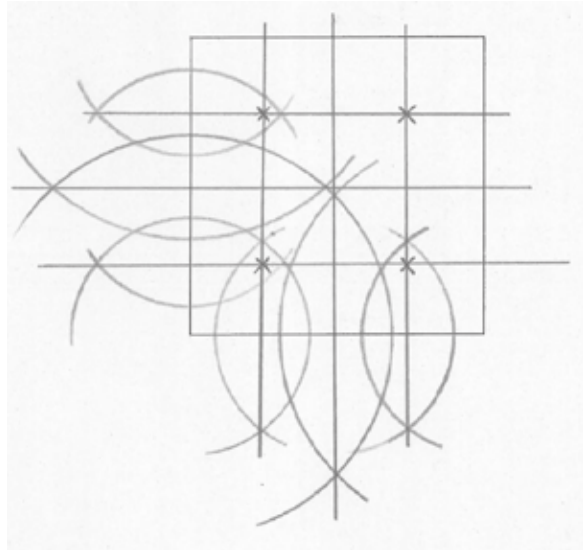
$$= 0.0533333\cdots$$

小数第4位で四捨五入すると、0.053

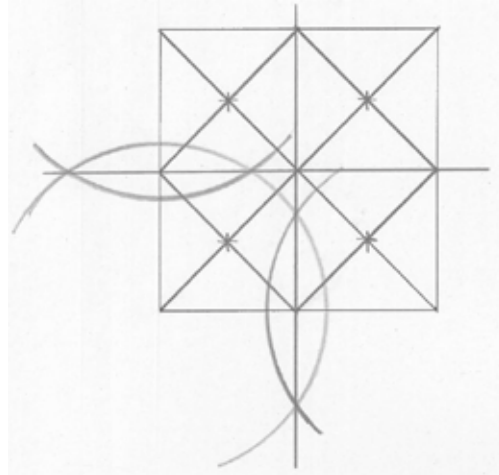
答え 0.053 mm

(2) 解答例

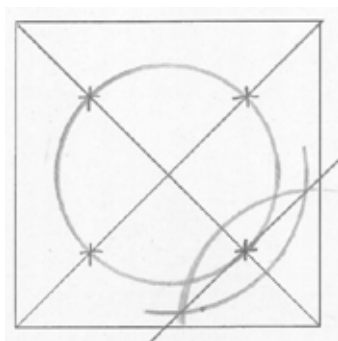
例1 正方形の各辺を4等分する線の交点を、垂直二等分線等を利用して、作図により求める。



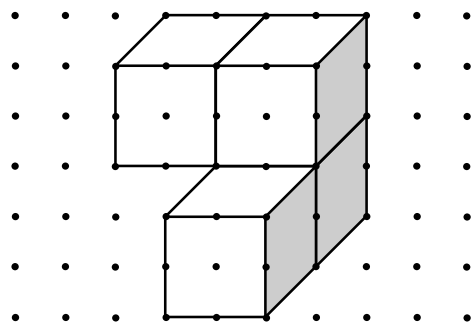
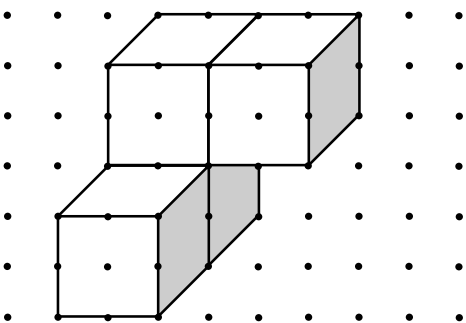
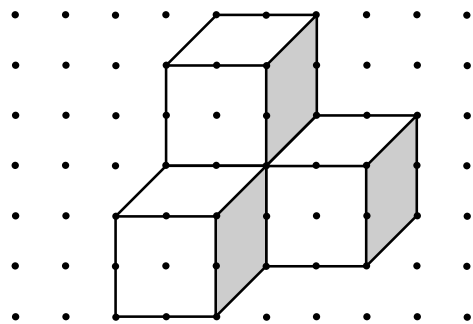
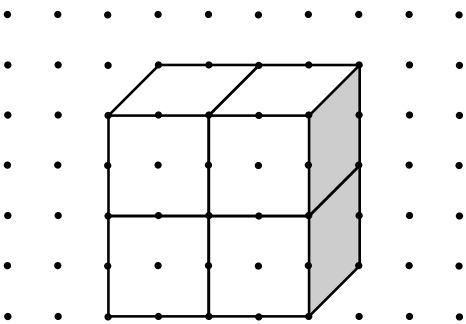
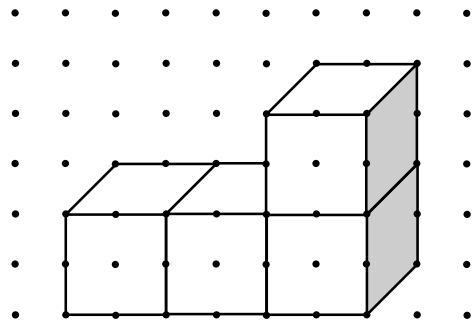
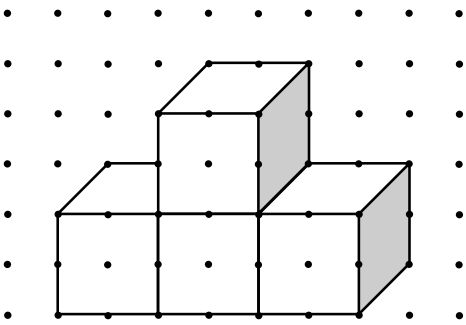
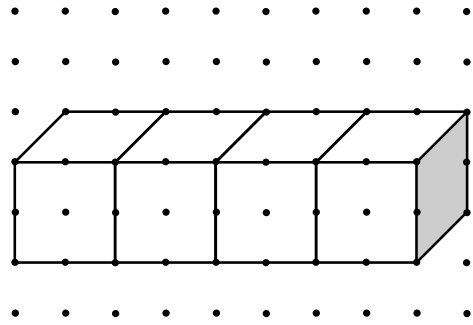
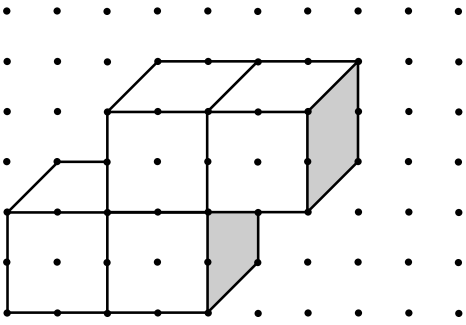
例2 正方形の各辺の垂直二等分線を作図し、正方形を4等分する。4等分した4つの正方形の対角線の交点を作図により求める。



例3 対角線の交点と正方形の頂点との中点を、垂直二等分線を利用して、作図により求める。



(3) 解答例



(4) 解答 ① A ・ ② C ・ ③ F

解説

(①) 問題文中に示された両県の人口と人口密度から、

富山県の面積 $105 \text{ 万 (人口)} \div 248 \text{ (人口密度)} = \text{約 } 4,234 \text{ km}^2$

神奈川県の面積 $915 \text{ 万 (人口)} \div 3,790 \text{ (人口密度)} = \text{約 } 2,414 \text{ km}^2$

となる。

(②) 【資料1】より、第二次産業の割合が全国平均よりも高いCが富山県となる。神奈川県は工業が盛んで、製造品出荷額は全国2位だが、東京都の隣県りんけんであり、第二次産業だけでなく第三次産業に従事する人も多いことが特徴とくちようである。富山県は第二次産業就業者の割合が全国でトップレベルの県である。

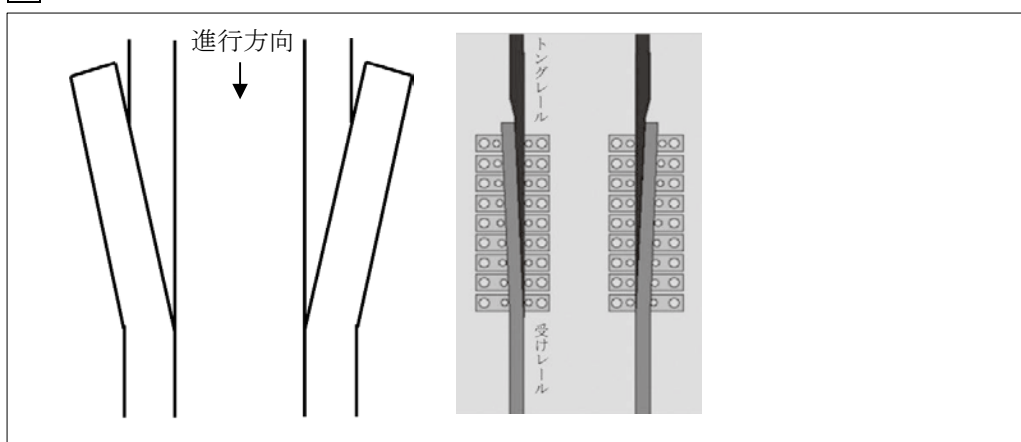
(③) 【資料2】では、Fは年間商品販売額はんばいがくの合計に占める卸売業おろしうりの割合が大きくなっている。卸売業は生産者と小売業の間を仲介する業種なので、都道府県内において中心性の高い市で販売額が大きくなる。昼夜間人口比率が高い富山市は通勤・通学などで昼間に人が集まる中心性の高い市である。相模原市さがみはらの人口は富山市より多いが、神奈川県内においては横浜市の方が相模原市よりも中心性が高い。商品販売額の大きさは、その市の人口だけでなく、都道府県内や地域においてどのような役割や性格をもつかによって変わってくるという視点でも考えてみるとよい。

3 【ねらい】 (1) (2) (3)

北陸新幹線が富山を通過して金沢まで開業して6年以上経ちました。整備新幹線が次々にスタートするたび新しい技術が取り込まれ、日本を支える重要な交通網となっています。そこで、当たり前のように利用されるようになった北陸新幹線の普段目にしない技術を知る機会としてほしいです。

はやぶさ2の帰還や日本人宇宙飛行士の活躍等、宇宙開発や宇宙を探る技術が注目を浴びることが多くなった現代、様々な最先端技術が広く知られるようになりました。この問題を通して、現在の知識が環境によって変化していくことや宇宙開発に生かされている技術などを理解してほしいです。

3 (1)



【解説】

レールのつなぎ目には、伸縮継目を用いています。伸縮継目は、特殊な形状をした「トングレール」と「受けレール」が組み合わされています。トングレールは先端が細くなっていて、受けレールはその外側にあります。トングレールと受けレールは伸び縮みしても接しながざれるだけなので、継目には隙間が空きません。そのため車輪は滑らかに通過することができます。

また最近では、「ロングレール」といって、1本25メートルのレールを何本も溶接でつなぎ合わせて1本の長いレールのようにし、できるだけつなぎ目をなくすようにしています。長いものだと何キロもつなぎ目がないレールもあります。ロングレールはつなぎ目が少ないので、静かで乗り心地がよいのです。新幹線にもこのロングレールが用いられています。

3 (2)

標高が 100m 上がるごとに、気圧は 12hPa 下がるので、3015m 標高があがると、 $3015 \div 100 \times 12$ hPa 気圧が下がる。

気圧が 36hPa 下がるごとに、水の沸点は 1°C 下がるので、

$$(3015 \div 100 \times 12) \div 36 = 10.05 \approx 10$$

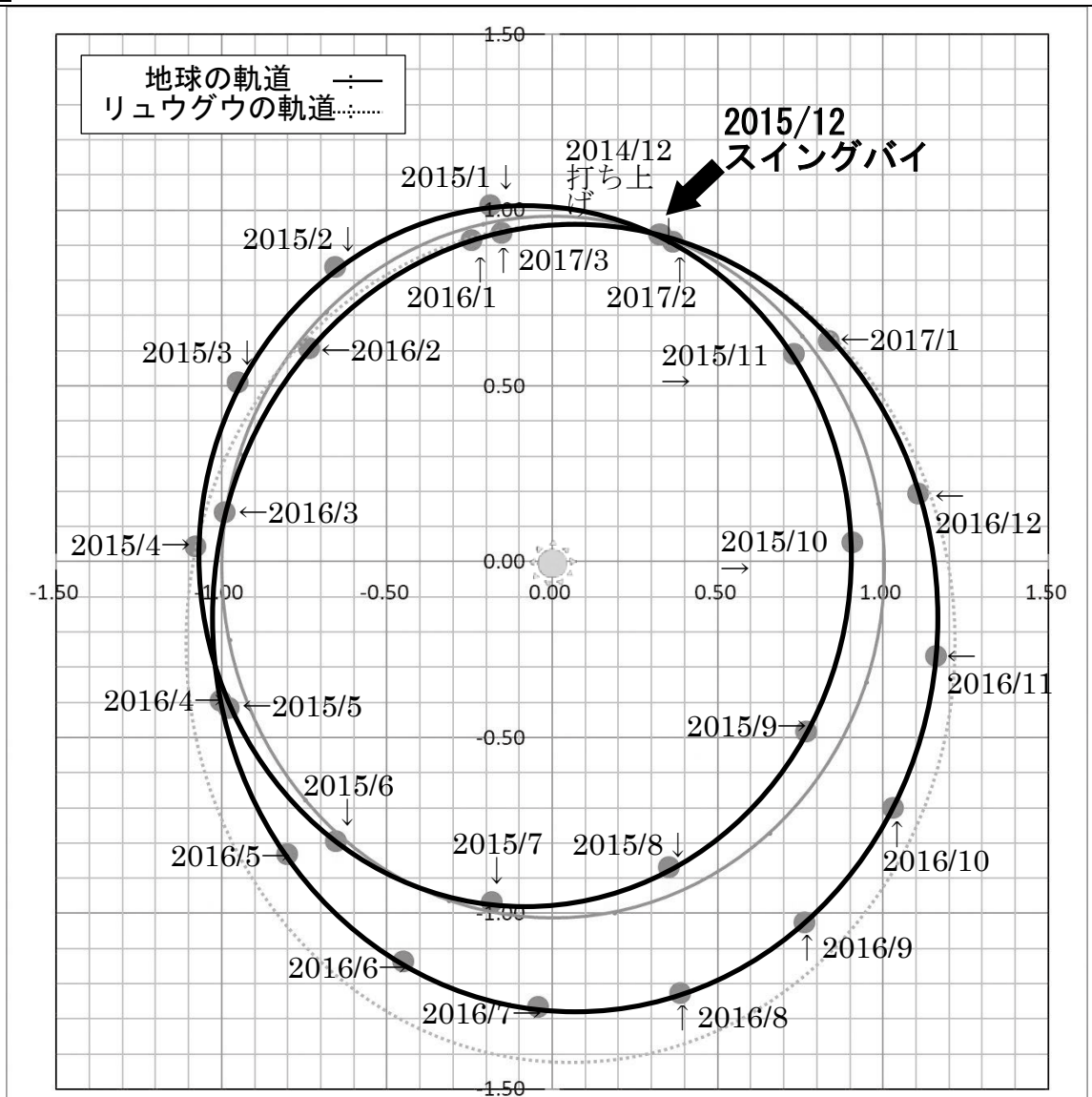
水の沸点 (100°C) が 10°C 下がることになるので、

答えは 90°C

【解説】

水は 100°C で沸騰すると学習しましたが、なぜ 100°C の熱エネルギーが必要なのかというと、大気圧で押されているからです。つまり、私たちが生活しているところでは水が沸騰するために大気を押し返すには 100°C の熱エネルギーを与えなければならないと考えてください。だから、大気圧の小さな場所へ行くと小さなエネルギーで沸騰することができるわけです。もちろん宇宙へ行くと真空、つまり押す力がないので水は液体でいられません。すべて瞬時に気体になってしまいます。これまで学習した「水の沸点が 100°C 」という話は限られた環境下でのことなのです。

3 (3)



はやぶさ2がスイングバイを行ったのは2015年12月である

【解説】

はやぶさ2の軌道を滑らかな曲線でつないでいくと地球の軌道やリュウグウの軌道と同様の円形となります。打ち上げられた2014年12月から順にはやぶさ2の座標をプロットしていくと、反時計回りに移動していることが分かります。最初は、地球と同じ大きさの円を描きながら移動していますが、2015年12月を境にリュウグウの軌道に近い大きさの円を描きながら移動し始め、軌道が変っています。また、地球の引力を利用したスイングバイを行ったため、地球の軌道上とはやぶさ2の軌道も重なっています。実際に、はやぶさ2は2015年12月3日にスイングバイを行っています。このような方法を用いることによって、小さなエネルギーで宇宙空間を移動できるのです。

4

(1) **解答** C

理由 東京都の従業者数は、(人口 [千人]) × (人口千人あたり医薬品製造所従業者数) で約 5,352 人となる。一方、栃木県の従業者数は、同様の計算で約 2,818 人となり東京都より少ない。

解説 下線部Aについて、【資料1】より富山県の医薬品生産金額は静岡県に次いで2位であることがわかる。下線部Bについて、富山県の生産金額を人口で割ると、一人あたり約 59 万円となる。下線部Cについて、上記の解答にあるように栃木県の方が少ないので誤り。下線部Dについて、【資料2】より、富山県の配置用医薬品の生産金額は全国の 55% を超えているので、全国 1 位と判断できる。

(2) **解答** 4 分後

解説 1 分後には 10000 個の 20%が増えるので、

$$10000 \times \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 12000 \text{ (個)}$$

2 分後には 12000 個の 20%が増えるので

$$12000 \times \left(1 + \frac{20}{100}\right) = 14400 \text{ (個)}$$

同様に考えると 3 分後には 17280 個

4 分後に、20736 個となる。

(3) **解答** 最大公約数

(4) **解答** 26

解説 1 x に数を入れて考えるより、逆順で考えるとわかりやすい。

B から 2021 が出ているので、7 を足して 3 で割ると、676

よって、A から出てきた数は 676

$$676 = 26^2$$

したがって、 $x = 26$

解説 2 A に x を入れると 2 乗するので x^2 、B に x^2 を入れると 3 倍して 7 を引くので $3x^2 - 7$ になる。

これが 2021 になるので、 $3x^2 - 7 = 2021$ となり、方程式を解くと、 $x = 26$

- (5) 解答例 C : 大きい数を小さい数で割った余り D : 1 を加える
C : 2 数の和 D : 24.5 を引く
C : 2 数の和 D : 7 で割ったときの余り
C : 2 数の最大公約数 D : 5 を加える
C : 2 数の最大公約数 D : 6 倍する