

問 6 中学生のあきらさんは、博物館で行われた、「『見る』から始まるサイエンス」と題された体験教室に参加した。資料Ⅰ～Ⅲは、体験教室の資料であり、資料に続いてあきらさんの感想などが書かれている。これを読んで、あとの(ア)～(カ)の問いに答えなさい。

### 資料Ⅰ

＜細胞を見る～フックが見た細胞を観察しよう～＞

17世紀のイギリスの科学者フックが、コルクの切片の観察から細胞を発見したことは有名である。

彼の残したスケッチ(図1)には、AとBの2つの図が描かれている。彼が2つの図を残した意図を探るため、仮説を立ててコルクの切片を作り、顕微鏡で観察してみよう。

#### 【コルクについて】

コルクは、地中海沿岸地域に産するコルクガシの樹皮から作られる(図2、図3)。夏は乾燥、冬は湿潤な地中海性気候がコルクガシの生育に適している。コルクガシの成長した樹皮を幹からはぎ取り、数年間乾燥させたあと、丸く打ち抜いてワインの瓶の栓などが作られる。

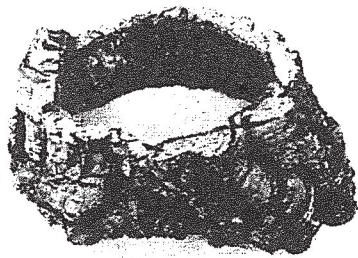
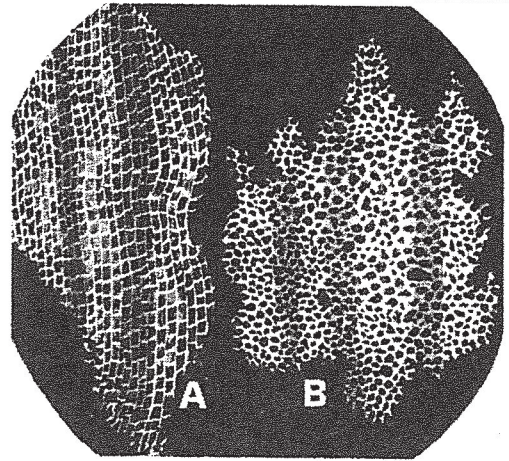


図2 幹からはぎ取ったコルクガシの樹皮



A：長方形の細胞が規則的に並ぶ。

B：ほぼ円形の細胞が不規則に並ぶ。

図1 フックの描いたスケッチ

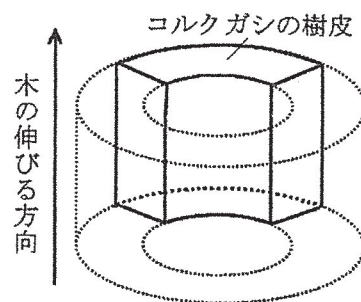


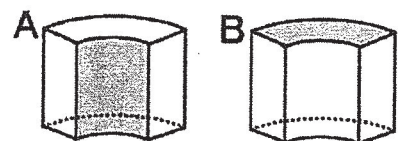
図3 図2の模式図

#### 【実験の方法】

フックの描いたスケッチAとBは、コルクガシの樹皮のどの面の切断面を描いたのかの仮説を立て、その仮説に基づき、切り出す場所を決める。カミソリでコルクガシの樹皮の一部をできるだけ薄く、かつ、2mm四方ほどの大きさに切り出す。光学顕微鏡を用いて、切片を倍率150倍で観察する。

#### 《あきらさんの仮説と、切断面の予想図》

木は真つすぐ上に向かって生えているので、細胞は木の上下方向に長いと思う。だから、右の予想図のように、細胞が長方形に見えたスケッチAは、コルクガシの樹皮が幹に接する面で、細胞がほぼ円形に見えたスケッチBは、上側の面だと思う。

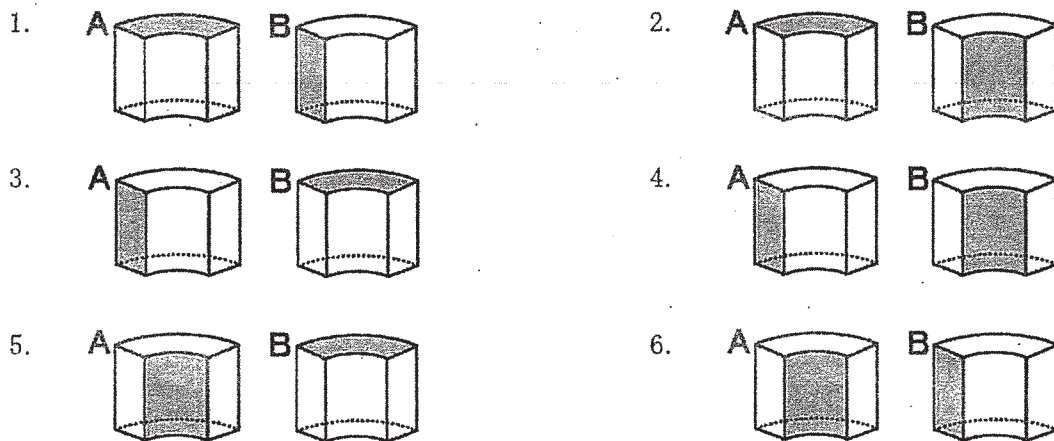


(切断面を網掛けにして示した予想図)

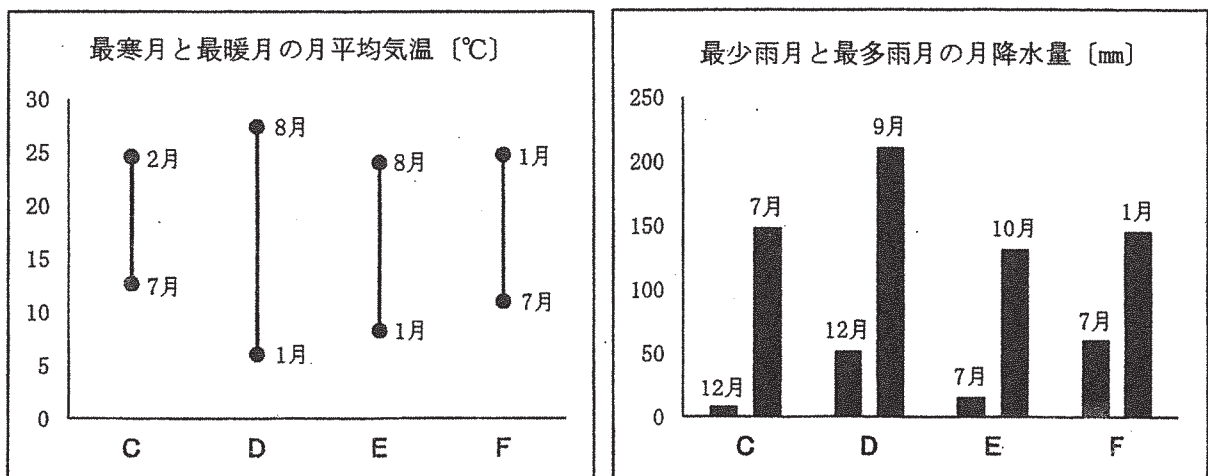
### 《実験結果と、あきさんの考察》

観察の結果は、立てた仮説とは逆だった。これは、コルクガシの木は縦方向に伸びるけれど、樹皮の細胞は横方向に成長するということを示しているのだろう。きっと、フックは、コルクガシの樹皮の細胞がおおよそ円柱であることと、その向きにも気づいていたから、AとBの2つのスケッチを描いたのだろう。

- (7) 資料Ⅰと、《あきさんの仮説と、切断面の予想図》、《実験結果と、あきさんの考察》をもとに、フックの描いたスケッチA、Bと同じスケッチになるコルクガシの樹皮の切断面の組み合わせとして考えられるものを、次の1～6の中から**すべて**選び、その番号を書きなさい。



- (4) 資料Ⅰの ——— 線部に関して、次の図4中のC～Fは、地中海性気候のニース（フランス）とパース（オーストラリア）、温暖湿潤気候の東京（日本）とブエノスアイレス（アルゼンチン）のいずれかの地点における最寒月（最も平均気温の低い月）と最暖月（最も平均気温の高い月）の月平均気温、また、最少雨月（最も降水量の少ない月）と最多雨月（最も降水量の多い月）の月降水量を示している。4つの都市名にあてはまる記号を、C～Fの中からそれぞれ一つずつ選んで書きなさい。



（『データブック オブ・ザ・ワールド』をもとに作成）

図4



## 資料Ⅱ

＜星を見る～星を見るコツを科学的に考えよう～＞

天体観測において、光の弱い星を見るには次のようなコツがあるのはなぜだろう。その秘密を探るため、ヒトの目の構造と性質を示した説明文から考えてみよう。

### 【コツ① 暗い場所に目を慣らす】

明るいところから暗いところへ移ると、最初は物がよく見えないが、しばらくすると次第に目が慣れてきて、物が見えるようになる。これは暗順応<sup>あんじゆんおう</sup>と呼ばれる現象である。

### 【コツ② そらし目】…視線の中心ではなく、視野の周辺で星を見る。

光が弱い星は、じっと見つめるのではなく、視線をわざと星から少しずらす。すると、視野の中心で見るよりも光を少し強く感じることができる。夜間の天体観測に有効な技術である。

### 【ヒトの目の構造と性質】

図5は、ヒトの眼球の水平断面を頭の上から見たときの図である。網膜には、視細胞と呼ばれる感覚細胞が多数存在し、受け取った光の刺激を信号に変える。ヒトの視細胞には2種類あり、一つは、色の区別はできないが、弱い光の刺激でも受け取ることができる桿体細胞<sup>かんたい</sup>、もう一つは、色の違いを区別できるが、ある程度強い光でないと刺激を受け取ることができない錐体細胞<sup>すいたい</sup>である。盲斑<sup>もうはん</sup>には視細胞がなく、光の刺激を受け取ることができない。盲斑の裏側から視神経が脳の中心方向に向かって真っすぐに伸び、視神経を通して信号が脳に伝えられる。

図6は、図5における2種類の視細胞の網膜上の分布密度を示しており、2種類の視細胞を、視細胞Gと視細胞Hで表している。視細胞の分布は、網膜の中心部(黄斑<sup>おうはん</sup>)を0°とし、眼球の中心と黄斑の中心を結ぶ線からの角度で示している。

図7は視細胞の暗順応曲線を示している。曲線Iと曲線Jは、それぞれ2種類のどちらかの視細胞の、受け取ることができる最小限の光の強さの変化を示している。受け取ることができる最小限の光の強さは、暗所での経過時間30分以降の値を1とし、それに対する割合で表している。

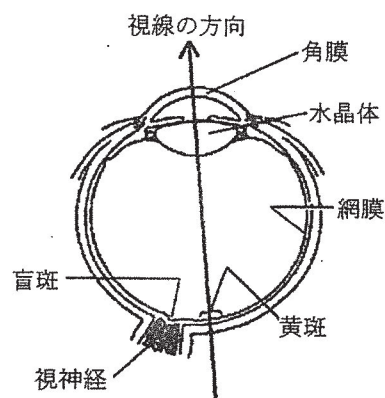


図5 ヒトの眼球の水平断面

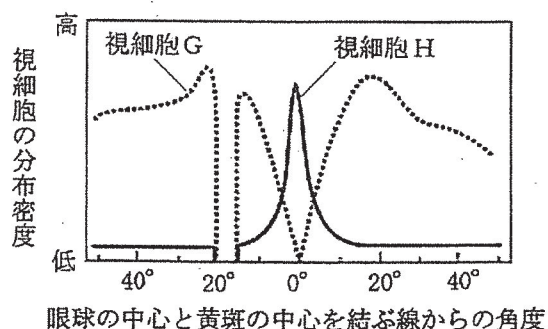


図6 視細胞の分布密度

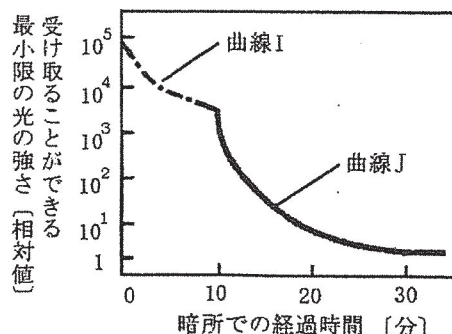


図7 視細胞の暗順応曲線

### 《あきさんの感想》

ヒトは2種類の視細胞を使い分けることによって、様々な環境に順応してものを見ることができるようだ。とても不思議な目の世界に興味がわいてきた。ヒトの視力についても調べてみたいと思った。

(ウ) 資料Ⅱに関して、次の a～c の記述について正しいものは正、間違っているものは誤とする組み合わせとして最も適するものを、あとの 1～8 の中から一つ選び、その番号を答えなさい。

- a. 図5は、左目である。  
 b. 図6中の視細胞Gは、桿体細胞である。  
 c. 図7中の曲線Jは、桿体細胞のものである。

- |          |       |       |          |       |       |
|----------|-------|-------|----------|-------|-------|
| 1. a : 正 | b : 正 | c : 正 | 2. a : 正 | b : 正 | c : 誤 |
| 3. a : 正 | b : 誤 | c : 正 | 4. a : 正 | b : 誤 | c : 誤 |
| 5. a : 誤 | b : 正 | c : 正 | 6. a : 誤 | b : 正 | c : 誤 |
| 7. a : 誤 | b : 誤 | c : 正 | 8. a : 誤 | b : 誤 | c : 誤 |

(エ) 次の文は、あきらさんが視力検査について調べたものである。これを読んで、あとの問いに答えなさい。

視力検査で使用される「C」のような、一部が欠けた円（輪）は、ランドルト環<sup>かん</sup>と呼ばれ、（環全体の直径）：（環の幅）：（環のすき間）＝5：1：1と定められている（図8、図9）。目で見ている物体の両端と目の中心がつくる角度のことを「視角」という。視角の基本単位は、1°（1度）の60分の1である1′（1分）で表される。視力を数値化するにあたり、ランドルト環を見たときに、「すき間が視角1分、直径が視角5分となるような距離からすき間の開いた方向を判別できる視力を1.0とする」と定められている。

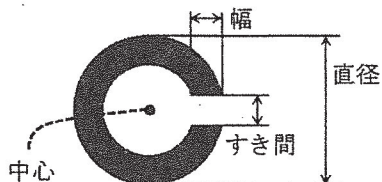


図8 ランドルト環

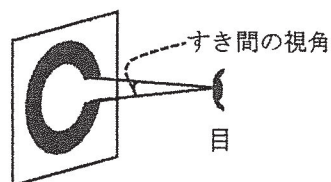


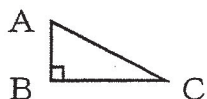
図9 ランドルト環と視角

次の条件のもとで、視力1.0の人がちょうど判別できるランドルト環の直径[m]を文字で表した式として最も適するものを、あとの1～8の中から一つ選び、その番号を答えなさい。

**条件**

①目の中心（点K）からランドルト環の中心（点L）まで y [m] の距離をとり、視力を測定する。このとき、2点 K, L を通る直線は、ランドルト環がかかれた平面に垂直であるとする。

②直角三角形ABCについて、右表のことがわかっているものとする。



∠ACB (分)	AB÷BCの値
0.5	p
1.0	q
2.5	r
5.0	s

- |          |                   |          |                   |
|----------|-------------------|----------|-------------------|
| 1. $8py$ | 2. $\frac{8y}{p}$ | 3. $5qy$ | 4. $\frac{5y}{q}$ |
| 5. $2ry$ | 6. $\frac{2y}{r}$ | 7. $sy$  | 8. $\frac{y}{s}$  |

### 資料Ⅲ

＜博物館の展示物を見る～日常生活に役立ててみよう＞

最後に、レギオモンタヌスという人物を紹介しよう。

15世紀のドイツの天文学者であり数学者でもある彼は、次のような問題を考えた。

「目よりも高い位置にある絵画をどの位置で見れば、絵画に対する視角が最大になるか（図10）。」

今回の体験教室のテーマに適した問題である。この問題が解ければ、日常生活のいろいろな場面でも今回の体験が役立つだろう。

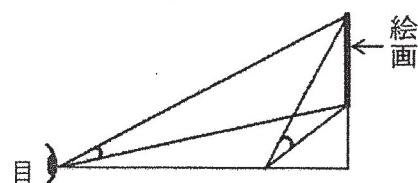


図10 レギオモンタヌスの問題

#### 《あきらさんの感想》

見るという視点から、仮説を立てて顕微鏡で観察をしたり、天体観測のコツについて考えたり、直接測ることができない場所の距離を測量したりするなど、今日はいろいろな体験ができて、とても面白かった。最後のレギオモンタヌスの問題は結構難しい。これは、日常生活のいろいろな場面にも応用が利くと学芸員さんが話していたから、学校でも少し調べてみたい。

- (オ) 上の《あきらさんの感想》の——線部に関して、あきらさんが参加した測量体験では、次の図11に示されたAB間の距離を求める問題を考えた。AB間には池があり、直接測ることができないため、2地点A、Bとは異なる2地点C、Dを利用して、AB間の距離を計算した。AB間の距離として最も適するものを、あとの1～8の中から一つ選び、その番号を答えなさい。ただし、4地点A、B、C、Dの標高は同じものとする。

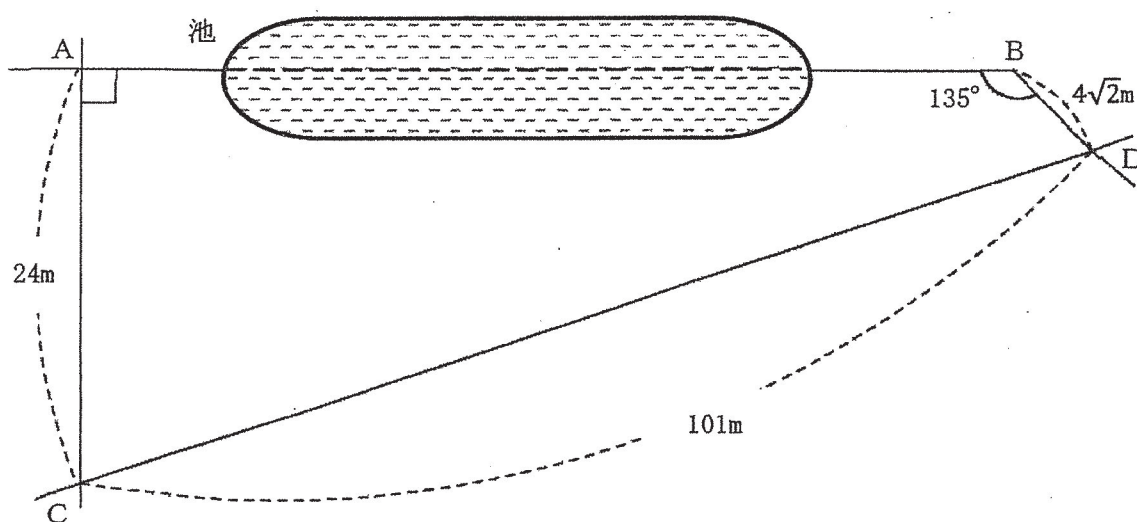


図11

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| 1. 92m | 2. 93m | 3. 94m | 4. 95m |
| 5. 96m | 6. 97m | 7. 98m | 8. 99m |



(カ) あきらさんは、レギオモンタヌスの問題が、ラグビーの \*<sup>1</sup>トライ後の \*<sup>2</sup>コンバージョンキックを行う\*<sup>3</sup>位置を決めることに応用できるのではないかと考え (図 12, 図 13), 数学の先生に質問したところ, あのようなアドバイスももらった。

\*1 トライ：相手のゴール領域にボールを置くこと。

\*2 コンバージョンキック：トライ後に, 追加得点のチャンスとして行うプレーのこと。

\*3 位置を決める：ボールを蹴る位置は, トライした地点 (図 12, 図 13 の点 T) を通る, ゴールラインと垂直な線上 (図 12, 図 13 の直線  $\ell$  上) であればどこから蹴ってもよい。ボールを蹴り, 図 12 のようにゴールポストの間 (PQ) をボールが通過し, かつ, クロスバーの上を越えれば成功となる。

(『2020 年版ワールドラグビー競技規則』をもとに作成)

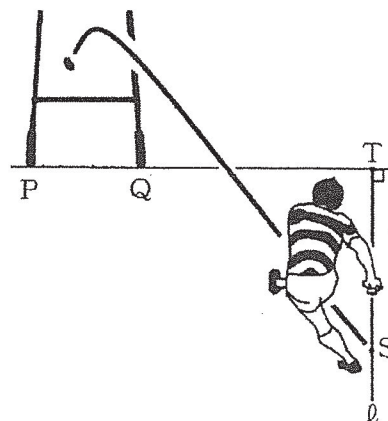


図 12 コンバージョンキック

#### 先生のアドバイス

ボールを蹴るとき, 直線  $\ell$  上の蹴る地点から見た PQ が一番広く見える角を探すということになりますね。それは, 点 P と点 Q を通り, 直線  $\ell$  と接する円を考えると, その接点 S にできる角 ( $\angle PSQ$ ) が直線  $\ell$  上で最大になることがわかりますよ。

先生のアドバイスによって, 直線  $\ell$  上の点 S の位置に立てばゴールが見える角 ( $\angle PSQ$ ) が最大になることがわかった。このときの ST の長さは何 m になるかを小数の形で書きなさい。ただし, PQ 間の長さは 5.6m, QT 間の長さは 16.9m とする。

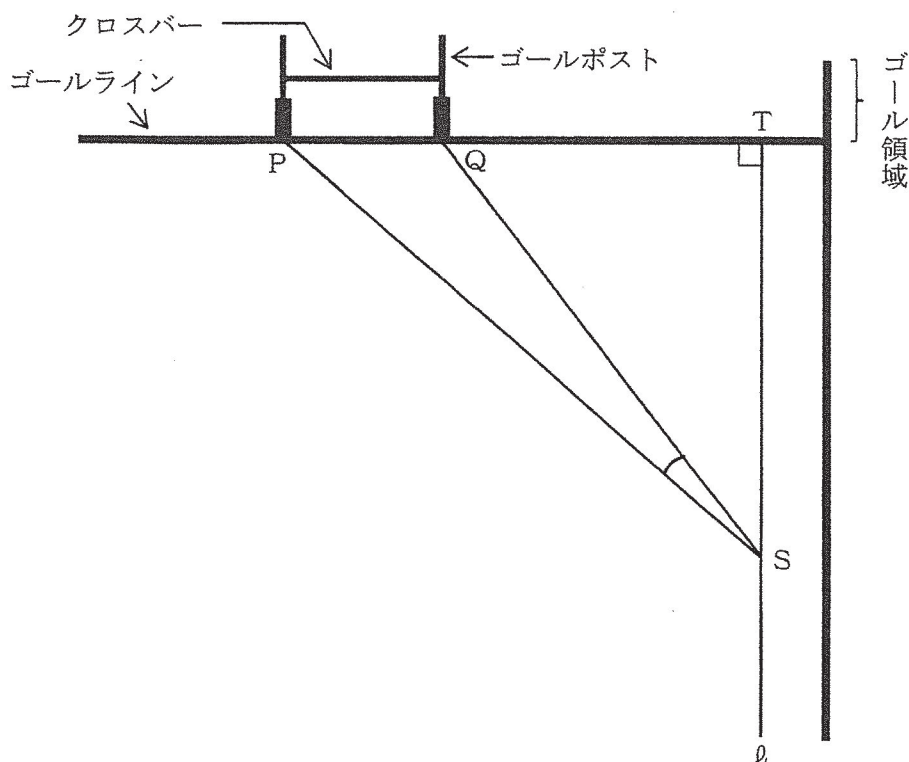


図 13