

理科 令和5年度 渋谷教育学園渋谷中学校入学試験問題

注 答えはすべて解答用紙に記入しなさい。

暦の上ではもうすぐ立春をむかえます。まだしばらくは寒い日が続きますが、もう少しして暖かい日が増えてくると、そこかしこで花が咲きほこります。ふつう、花はしばらくすると枯れて色あせてしまいます。しかし、植物の中には、まだ元気な花であっても色を変えることがあります。これは「花色変化」という現象で、まだ咲いている状態の花の全体や一部の色がゆっくりと大きく変化します。花色変化が起きた株では、変化が起きる前の花と起きた後の花が混ざって咲いている様子が見られます（図1）。この興味深い現象は、500種ほどの植物で確認されています。

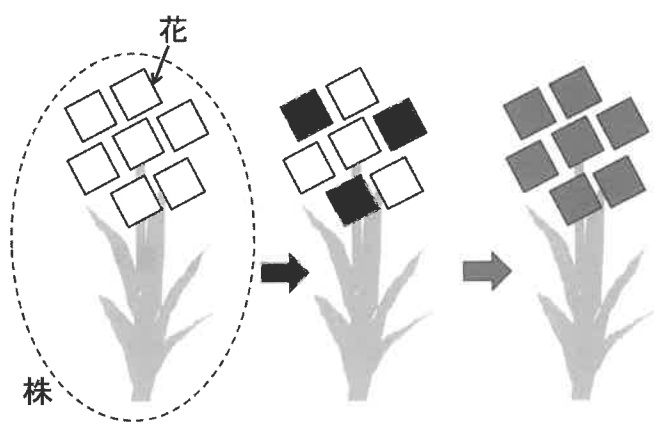


図1 花色変化の様子。1つの株についた7つの花の色が、時間が経つにつれ、次第に変化していく。

ところで、花色変化が起きた花を調べると、ある特徴があることが分かりました。それは、花が古くなっていて、①もう花粉をつくらなくなっていたり、めしべが受粉できなくなっていたりしていること、そして、ミツをつくらなくなっていること、です。

ここで、植物にとって大切な存在であるポリネーターについて説明をしましょう。②植物は動物と異なるので、他の株がつくった花粉を簡単には手に入れられません。そこで植物の中には、③他の生物に花粉を運んでもらうことでこの問題を解決しているものがあります。この花粉を運んでくれる生物をポリネーターといい、チョウやハチのような昆虫だけでなく鳥やコウモリもポリネーターになることがあります。

ポリネーターに花粉を運んでもらえる植物は、そうでない植物よりも子孫を残しやすいという利点があります。そのため、植物は長い時間をかけて進化を重ね、「ポリネーターに花粉を運んでもらいやすい花」をつくりあげてきました。例えば、ポリネーターに見つけてもらいやすいように目立つ色の花をつけたり、④大きな花をつけるようにしたり、ポリネーターのエサになるようなミツを用意したり、といったことです。ですので、ミツをつくらなくなった花が花色変化をすることを考えると、花色変化は、植物がポリネーターに対して、『この花はミツをつくっていないので、他の花に行った方がいいよ』というメッセージを伝えるために起こっていると考えられています。

しかし、この仮説では、花色変化という現象がポリネーターにとってメリットがあることは分かります

が、植物にとってどういうメリットがあるのかが分かりません。⑤花色変化をさせてまで古い花を維持することは、植物にとって、本来デメリットしかないはずです。そこで考えられた仮説が、古い花を維持することで、株全体に花がたくさんあるように見せることができるというものです。その結果、ポリネーターが集まりやすくなるので、植物にとってメリットが生まれます。

ですが、これも完璧な仮説ではありません。なぜなら、花がたくさんあるように見せたいのであれば、わざわざ花の色を変える必要などないからです。植物が、わざわざ花の色を変えてまで、正直にポリネーターに古い花の位置を教えるのはなぜなのでしょう。

問1 下線部①について、このような特徴を持つ花は、どういう花ですか。「種子」という言葉を使って、簡潔に答えなさい。

問2 下線部②について、ここでいう植物と動物とが異なる点とはどのようなことですか。適切なものを次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 植物は動物と異なり、自由に移動することができない。
- イ 植物は動物と異なり、光合成をすることができる。
- ウ 植物は動物と異なり、寿命が長いものが多い。
- エ 植物は動物と異なり、冬には枯れてしまう。

問3 下線部③について、花粉を遠くに運んでもらう方法は、他の生物を利用すること以外にもあり、そのひとつに風を利用する方法があります。風で花粉を運んでもらう植物がつける花の特徴として適切なものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 花びらが大きく、軽い花粉をつくる花。
- イ 花びらが大きく、重い花粉をつくる花。
- ウ 花びらが小さく、軽い花粉をつくる花。
- エ 花びらが小さく、重い花粉をつくる花。

問4 下線部④について、この考え方に従うと、地球上の植物はどれも大きな花をつけるものばかりになると考えられます。しかし、現実には、小さな花をつける植物もあります。ある野原において、そこに生息する植物のうち花をつけているもの（植物A～植物E）について、花の大きさと一株当たりの花の数を調べました（表1）。

表1 花の大きさと一株当たりの花の数					
	植物A	植物B	植物C	植物D	植物E
花の大きさ（cm）	1	2	1.2	1.5	0.8
一株当たりの花の数（個）	12	6	10	8	15

(1) この結果から分かることを次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 小さな花をたくさんつける植物は、子孫を残す上で有利である。
- イ 大きな花は、花びらがよく目立つので見つけやすい。
- ウ 小さな花は目立たないので、においてポリネーターを引き寄せる。
- エ 植物がつける花の量は、ほぼ一定である。

(2) この調査結果をもとに考えてみると、地球上の植物が大きな花をつけるものばかりにならない理由が分かりそうです。その理由として誤っているものを次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 花の大きさと数の両方を増やすことはできないから。
- イ ポリネーターの多くは小さな昆虫なので、より小さな花を好むから。
- ウ 小さな花であっても、数を増やすことで大きな花と同じくらいに目立たせることができるから。
- エ 大きな花を少しつけるものも、小さな花をたくさんつけるものも、ともに子孫を残す上で有利な点があるから。

問5 (1) 下線部⑤について、ここでいうデメリットとは、どのようなことですか。適切なものを次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 子孫を残せない花を維持することは栄養のムダ遣いになるということ。
- イ ミツのない花が多いと株全体でつくったミツがムダになってしまうということ。
- ウ 花粉をつくれない花が多いとポリネーターがムダ足を踏むことが増えるということ。
- エ 古い花がムダに多いと、ポリネーターが集まりにくくなるということ。

(2) (1)で答えたデメリットを避けるために、普通の植物は古い花をどのようにしてしまうのでしょうか、説明しなさい。

問6 古い花の色を変える植物と変えない植物とで、子孫を残す上でどちらが有利なのかを調べるために、室内で実験を行いました（図2）。

【実験】

実験のモデルにした植物は、花の色が白から赤紫色へと花色変化する植物で、そのポリネーターはマルハナバチというハチである。この植物の花そっくりに作った人工の花を使って、以下の2つのパターンの植物を作った。

パターンあ 人工の花を7つ並べたもの。色は全て白だが、7つのうち3つはミツがない。

パターンい 人工の花を7つ並べたもの。そのうち4つは白でミツがあり、3つは赤紫色でミツがない。

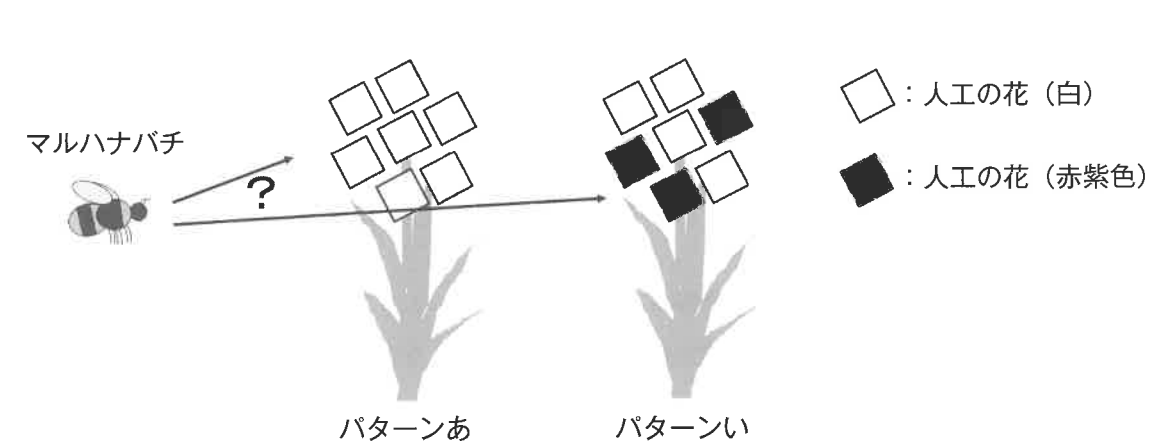


図2 室内実験

室内にパターンあといをひとつずつおいておき、一匹のマルハナバチを放してどちらのパターンの花を訪れるかを記録した（1回目）。そして、一方のパターンの花からミツを集めたマルハナバチが、もう一方のパターンに移動しようとしたところで、マルハナバチを一度回収した。次に、マルハナバチが訪れた方のパターンの花にミツを補充してから、同じハチをもう一度放して、先にどちらのパターンの花を訪れるかを記録するということを繰り返した（2～5回目）。

この作業を10匹のマルハナバチについて行い、実験結果を表2にまとめた。

表2 実験結果					
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
パターンあを選んだハチ（匹）	8	5	3	2	1
パターンいを選んだハチ（匹）	2	5	7	8	9

この実験の結果、花色変化をする植物の方が、古い花の色を変えずに維持する植物よりも、子孫を残す上で有利だと考えられた。

(1) 次の文は、このような実験結果になった理由について述べたものです。理由を完成させるために空欄にいれる文として適切なものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

【理由】

マルハナバチは、はじめは白い花が多いパターンあを選ぶが、（ ）、このような結果になった。

- ア ミツのない花とある花の区別がつかないパターンを嫌うため
- イ パターンいの方が、ミツの量が多いことに気づくため
- ウ 白い花と赤紫色の花を交互に訪れる習性があるため
- エ 複数の色が混ざっているパターンを好むため

(2) 今回の実験から「花色変化をする植物の方がマルハナバチに選ばれやすく、子孫を残すうえで有利である」という結論が得られます。また、この実験からは、次のことも分かります。次の文を完成させるために空欄にいれる文を答えなさい。

【この実験から分かること】

花色変化をする植物が生き残りやすかったのは、マルハナバチのように（ ）ポリネーターがいたからである。

参考文献

Makino & Ohashi (2017) doi: 10.1111/1365-2435.12802

鈴木ら (2011) doi: 10.18960/seitai.61.3_259

夜空の天体を観察する時は、天体望遠鏡を用いると裸眼で見るとより拡大して見ることができ、詳しく観察できる。現在、天体望遠鏡は、宇宙に打ち上げられるものや、人の目には見えない光をとらえることができるものなど、さまざまなものが開発されている。では、天体望遠鏡はどのようにして開発され進化してきたのか、それをみていこう。

天体望遠鏡の最初の開発者が誰なのかは諸説あるが、天体に向けて観察を最初に始めたのは、ガリレオ・ガリレイであるといわれている。ガリレイは1609年に自分で望遠鏡を作成し、天体観察を始めた。彼が開発した望遠鏡は図1のような仕組みである。対物レンズに凸レンズを、接眼レンズに凹レンズを用いることで、観察する像が正立像（裸眼で見たときと同じ向き）となる。彼は、ガラスを自ら磨き削ることでレンズを作成した。現在、この方式の望遠鏡は天体望遠鏡では使用されず、観劇用のオペラグラスで使用されている。なぜなら、このタイプの望遠鏡は視野が狭く、倍率も高くないためである。しかし、ガリレイは、この望遠鏡を使い、宇宙に関するさまざまな発見を行った。

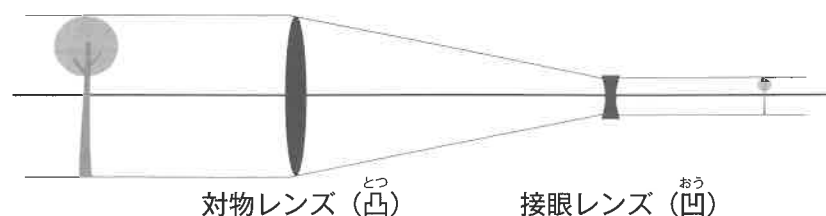


図1 ガリレイ式望遠鏡の仕組み

ガリレイの望遠鏡の欠点を補うために開発されたのが、ケプラー式望遠鏡である。その望遠鏡は図2のような仕組みである。対物レンズだけでなく、接眼レンズにも凸レンズを使用することで、見える像は倒立像（裸眼で見たときに比べ上下左右逆さま）になるが、倍率を高くすることができ、視野も広いというメリットがあった。現在販売されている、屈折望遠鏡は、全てこのタイプである。

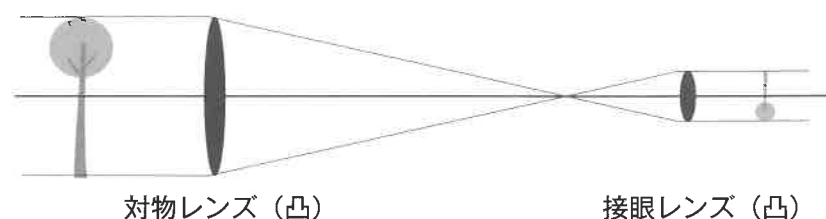


図2 ケプラー式望遠鏡の仕組み

望遠鏡は進化の第一段階として、長さが非常に長くなっていった。1650年代には長さ5～6mの望遠鏡が作られ、1660年代に入ると、倍率はガリレイが作成した望遠鏡の50～100倍まで上がったが、代わりに長さが46mまでのびた。望遠鏡が長くなっていったのは、湾曲が大きいレンズは光が分散してしまう（虹のように色が分かれてしまう）ので光が1点に集まらなくなり、画像がぼやけるという欠点があったためである。そこで、レンズを薄くしてレンズの湾曲を小さくする必要が生じた。その結果として、レンズを通した光が集まる焦点までの距離が長くなり望遠鏡の長さが長くなっていった。これにより、倍率を上げることができたが、光の分散は完全には防ぎきれなかった。

そこで、望遠鏡は進化の第二段階として、レンズの代わりに鏡（凹面鏡）を使用するという反射望遠鏡が作られるようになった。これは、1668年にアイザック・ニュートンが作成したものが最初である。この望遠鏡は、図3のような仕組みで、凹面鏡で光を集め観察することができる。そのため、使用するレンズは、接眼レンズ1枚ですむようになった。鏡は

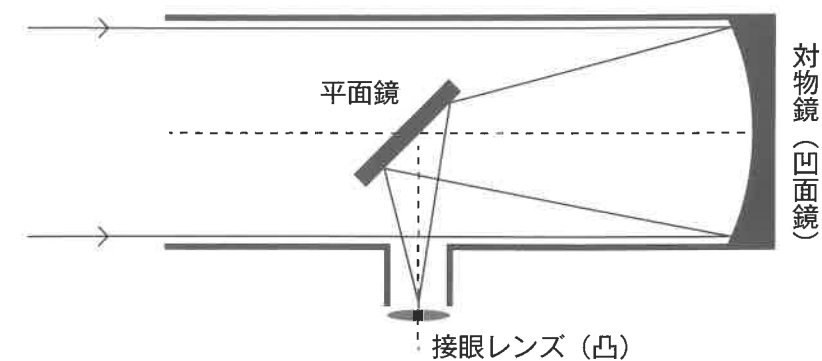


図3 ニュートン式の反射望遠鏡の仕組み

レンズと違い、光を反射させるのみで、屈折させないため色が分かれることがなく、光の分散がなくなった。また、望遠鏡の長さを短くすることもできた。ニュートンの作成した直径3cmの凹面鏡を使用した全長15cmの反射望遠鏡は、長さ1.2mの屈折望遠鏡と同じ性能を持っていた。現在、地上の天文台などで観測用に使用されている天体望遠鏡は反射望遠鏡がほとんどである。この望遠鏡は、凹面鏡を大きくすればするほど光を集めることができるようになり、倍率はどんどん上がっていった。そのため、1781年にはハーシェルが天王星を発見することができた。天王星はそれまで太陽系の端と考えられていた土星までの距離の2倍に位置し、ハーシェルの発見により太陽系の大きさは、一気に2倍まで大きくなった。

反射望遠鏡で精密な観測を続けている中、不都合なことが起こった。それは、地球の大気により星の光が吸収されたり、揺らいでしまったりということだった。文学的には「星がまたたく」と表現されるが、星からの光が地球の大気によって屈折してしまうことが原因であった。そのため、大気が無い宇宙空間に天体望遠鏡を打ち上げれば、より精密な天体観測ができるのではないかと考えられるようになった。それが可能になったのは、1990年に打ち上げられたハubble宇宙望遠鏡からである。宇宙に打ち上げたことで、地球の大気による影響を防ぐことができた。また、昼夜が関係なくなったことで、宇宙の一点をずっと観察し続けることができるようになり、地上からでは、何も見ることができなかった漆黒の空間に銀河が大量に存在することが分かり、宇宙の果てに近い所まで観察できるようになった。

天体望遠鏡の次の進化として、私たちの目には見えない光をとらえることができる天体望遠鏡が作られるようになった。私たちは対象を目で見ているが、私たちの目で見ることは、ある範囲の波長の光のみである。図4は、光を波長ごとに分けた図である。

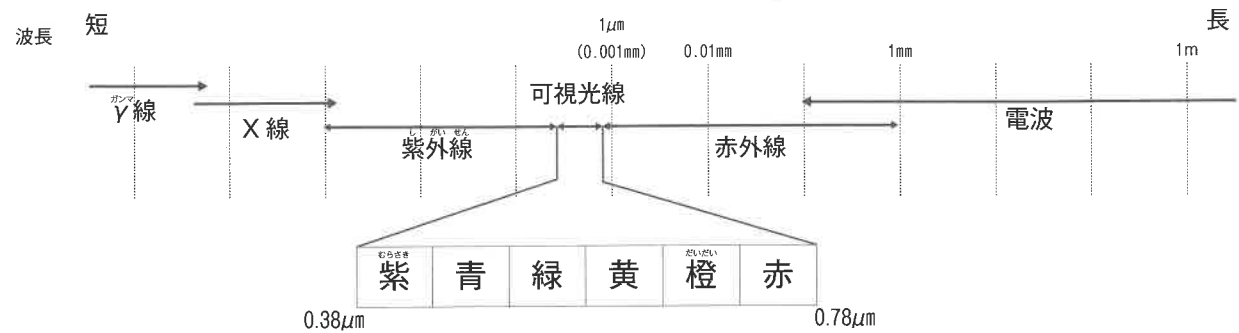


図4 光の分類

私たちが見ることができる光は、図4の中で、可視光線とよばれる部分のみである。それ以外のγ線、紫外線、赤外線、電波なども光ではあるが、私たちの目では見ることができない。しかし、それらの光をとらえることができる望遠鏡が1930年代以降に開発された。それを電波望遠鏡といい、図5のようなパラボラアンテナを使用したものである。この電波望遠鏡によって星間ガスに包まれて可視光線で見ることができない、誕生した直後の星を観測することができるようになった。これは、電波が星間ガスなどの気体に吸収されない性質をもつためである。この電波望遠鏡の開発で、星がどのように誕生し、進化していくかが分かるようになった。電波望遠鏡で観測している電波は、日中も届いており、また、水蒸気にも吸収されにくいため、昼間も観測することができる。現在、電波望遠鏡も宇宙に続々と打ち上げられ、昼夜関係なく天体を観測し続けており、宇宙の研究は日々進んでいる。

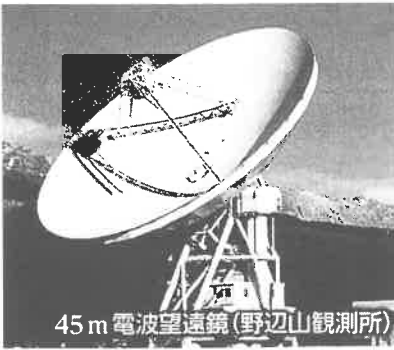


図5 電波望遠鏡
(スクエア最新図説地学 第一学習社より引用)

問1 ガリレイは、自作の天体望遠鏡を月に向け、人類史上初めて月にある地形を観察した。月の表面にある、ふちが円形で盛り上がり、中心がくぼんだ地形を何というか答えなさい。

問2 ガリレイが生きていた時代の宇宙の考え方は、天動説が主流であり、すべての天体が地球の周りをまわっていると考えられていた。しかし、ガリレイは自作の望遠鏡を木星へ向け、地球ではなく、木星の周りを公転している天体を4つ発見した。このような惑星の周りを公転する天体の名称を漢字で答えなさい。

問3 地上に存在する天文台の望遠鏡は、高度の高い山の上などに立地していることが多い。その理由について述べた文として誤っているものを、次のア～エの中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 空気が薄いので、空気の影響を受けにくい。
- イ 水蒸気の量が少なく、天候が良い日が多い。
- ウ 地表に比べ、星に近いので観察しやすい。
- エ 人工の光による影響を受けにくい。

問4 ある晩、渋谷からケプラー式望遠鏡で見た月は図6のように見えた。この月の実際の位置は、図7のア～カのどの位置になるか、記号で答えなさい。ただし、図7は地球の北極側（北極点の真上）から見た、太陽の光、地球、月の位置関係を模式的に表している。

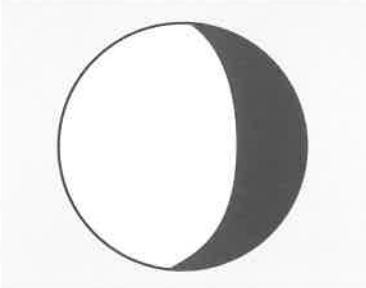


図6 ある日の屈折望遠鏡で見た月のスケッチ

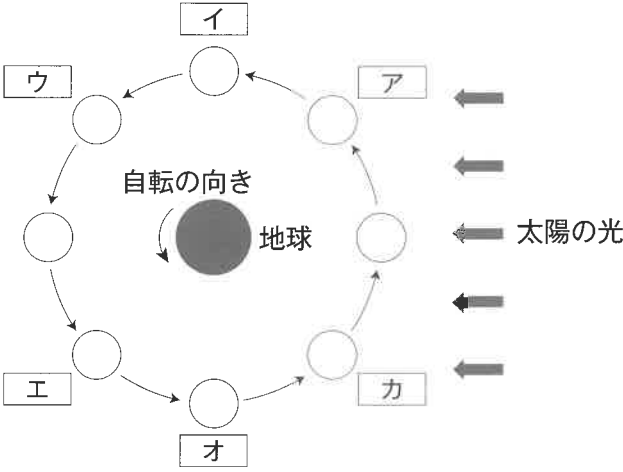


図7

問5 反射望遠鏡と比べたときの屈折望遠鏡の欠点を「望遠鏡の長さが長くなる」以外で答えなさい。

問6 宇宙に天体望遠鏡を打ち上げると、2つの点で観察に有利になる。1つは、空気が無いため星の揺らぎがなくなったことである。もう1つを本文中から抜き出なさい。

問7 地上から観測する時、電波望遠鏡が可視光線で観測する望遠鏡と比べて有利な点として、最も適切なものを次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 人工の光がある都市から離れた場所で観測できる。
- イ 太陽の光の影響がない夜に観測できる。
- ウ 星間ガスに包まれていない星を観測できる。
- エ 曇りの日に観測できる。

問題は以上です。



230140

↓ここにシールを貼ってください↓

令和5年度 理科解答用紙 渋谷教育学園渋谷中学校

受験番号							氏名	
------	--	--	--	--	--	--	----	--

1	問1				
	問2				
	問3				
	問4	(1)		(2)	
	問5	(1)			
		(2)			
問6	(1)				
	(2)				

2	問1	
	問2	
	問3	
	問4	
	問5	
	問6	
	問7	