

1

ヒトの目は地球上に住む生物の目の中で、非常に高性能なものです。さまざまな色を見分けたり、細かい形をはっきりととらえたりすることができます。それに対して、光を用いて養分をつくるミドリムシ（図1）の目はとても単純です。べん毛の付け根にある「眼点」と呼ばれる赤いほくろのような部分が目の役割をしています。眼点はものの形や色を見分けることはできませんが、①光の強さや方向を感じとり、より明るい方へ移動するのに役立ちます。一方、②昆虫やエビ、カニは小さなレンズ（個眼）が無数に集まってできた高度な目（複眼）を持っていて、ものの形をはっきりととらえたり、広い視野で見ることができます。また写真からわかるように、ザリガニの目（図2）は、ハチの目（図3）と比べて③ため、さらに視野を広くすることができます。

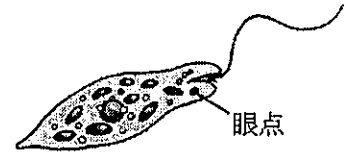


図1

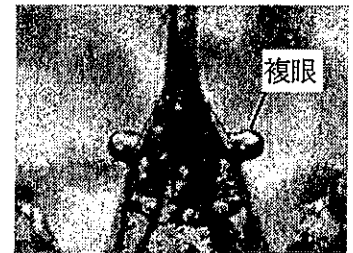


図2



図3

問1 下線部①について、ミドリムシが光の強さや方向を感じ、より明るい方へ移動できると、ミドリムシにとってどのような有利な点があるか、答えなさい。

問2 下線部②のような生物には頭部に、接触、音、においなどを感じることでできる器官があります。その名前を答えなさい。

問3 ③にあてはまる語句を考えて答えなさい。

私たちの顔には、目が1つではなく2つあります。これがどのようなことに役立っているのか、実験をしてみましょう。まず、右手と左手にえんぴつを1本ずつ持ちます。次に片目をつむって左右のえんぴつの先端を少しずつ近づけ、くっつけてみましょう。すると、その先端は前後にずれてしまって、ぴったり先端をあわせるのは難しいはずですが、両方の目を開けて同じ実験をすると、簡単に先端をあわせることができます。つまり、両目で見ると、どれだけ離れているのか、前後の距離感がわかり、ものを立体的に見ることができるのです。今度は、顔から15 cmほど離れた人差し指を、左右の目を交互につむり片目で見てください。右目と左目で見た人差し指は少しずつずれているはずですが、このずれは、見るものが近いほど大きくなり、遠いほど小さくなります。この左右のずれから私たちは見ているものがどれくらい離れているかを感じとっています。

赤いフィルムと青いフィルムが左右のレンズになっている立体メガネを使ったことがありますか。図4や図5のように、立体メガネで赤色と青色で描かれた図形を見ると、赤いフィルムをつけた方の目には赤色は見え、青色だけが見えます。反対に青いフィルムをつけた方の目には赤色だけが見えます。同じ図形を赤と青でわざと少しずらして描き、これを立体メガネで見ると、私たちはその見え方のずれから、その図形が紙の奥(図4)や手前(図5)にあるように感じます。

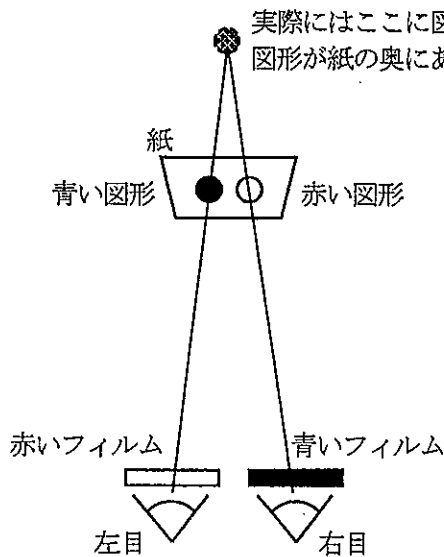


図4

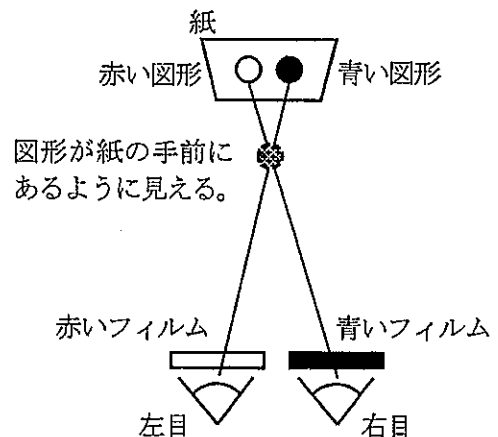
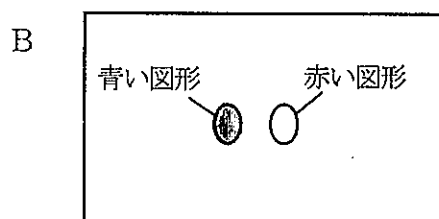
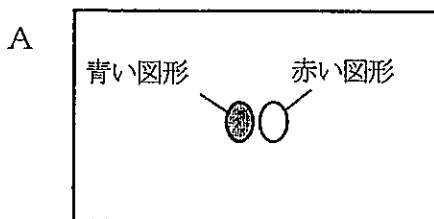


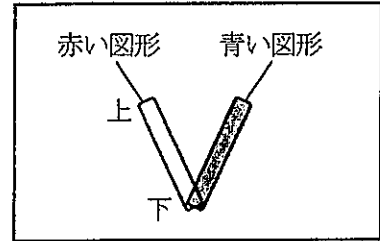
図5

問4 赤と青のペンを使って、紙に下のAとBのように図を描き、右目に青いフィルム、左目に赤いフィルムをつけた立体メガネをかけて見ました。そのときに立体メガネを通して見えた図について、正しく述べているものを下のア～カから1つ選び記号で答えなさい。



- ア. Aは図形が紙の手前にあるように見え、Bは図形が紙の奥にあるように見える。
- イ. Bは図形が紙の手前にあるように見え、Aは図形が紙の奥にあるように見える。
- ウ. AもBも図形は紙の手前にあるように見えるが、Aの方がより手前に見える。
- エ. AもBも図形は紙の手前にあるように見えるが、Bの方がより手前に見える。
- オ. AもBも図形は紙の奥にあるように見えるが、Aの方がより奥に見える。
- カ. AもBも図形は紙の奥にあるように見えるが、Bの方がより奥に見える。

問5 赤と青のペンを使って、紙に右のように図を描き、右目に青いフィルム、左目に赤いフィルムをつけた立体メガネをかけて見ました。立体メガネを通して見えた図についての、下の説明文の①～③について、それぞれ ( ) 内の語句から適当なものを1つずつ選び記号で答えなさい。



図の下の部分は赤と青の図形が重なっているの、立体メガネで見ると、ちょうど紙と同じ位置にあるように見える。上の部分は、赤い図形と青い図形がずれていて、赤い図形が左側にあるので、① (ア. 紙の手前 イ. 紙と同じ位置 ウ. 紙の奥) に見える。全体では、② (エ. 1本の棒が オ. 2本のVの字型の棒が カ. 2本の平行な棒が)、③ (キ. 紙の手前に向かって立ち上がり ク. 紙の奥につきぬけて)、立体的に見える。

ところで、2つの目のつき方は動物によってちがいががあります。2つの目が異なる方向を向いていると、立体的に見ることはできませんが、視野を広くすることができます。ヒトのように2つの目が同じ方向を向いていると、視野は前方だけになりますが、立体的にものを見ることができます。

問6 ウサギとネコの目のつき方を比べました。ウサギ、ネコについての説明とその理由としてもっとも適当なものを、下のA群、B群からそれぞれ選び記号で答えなさい。

A群

- ア. 両目は顔の側面についていて、視野を広くしている。
- イ. 両目は顔の前方についていて、立体的に見ることができるようにしている。

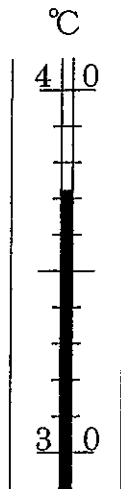
B群

- ウ. いち早く相手を見つけて逃げるため。
- エ. 相手がどのくらい離れているかを知って逃げるため。
- オ. さまざまな方角の獲物をすばやく見つけるため。
- カ. 獲物までの距離を正確に知るため。

問7 サルの目は両方とも前方を向き、視野の広さよりも立体的に見ることを優先させています。立体的に見ることはサルが樹上で生活する上でとても重要です。その理由を答えなさい。

2

右図のような温度計は液体温度計と呼ばれ、管の内部に灯油などの液体が入っており、温度が変化するとその液体がぼう張または収縮します。液体の体積が変わると液の先の位置が変わるため、液の先の目盛りを見れば温度がわかるのです。



問1 図の温度計を最小目盛りの10分の1の位まで値を読み取ると、この温度計は何°Cを指しているといえますか。

問2 温度計の管の太さを均一にしたとき、目盛りを等間隔にするためには、どのような性質の液体を中に入れればよいですか。簡潔に説明しなさい。

問3 液体温度計に用いる液体として、水はあまりふさわしくありません。これは水にどのような性質があるからですか。もっとも適当なものを下のア～カから選び記号で答えなさい。

- ア. さまざまなものをよくとくす。
- イ. 地球上に多く存在する。
- ウ. 灯油と混ぜると分離してしまう。
- エ. 4°Cで体積が最小になる。
- オ. 空気との境目で光が曲がる。
- カ. 蒸発するときに熱をうばう。

このような温度計は気体や液体の温度を測ることに適していますが、固体の温度を測ることに適していません。そこで、温度のわからない銅球の温度を求めるために、以下の様な、間接的に固体の温度を測る実験を行いました。ただし、この実験ではまわりの空気や容器の影響で水温が変化しないように工夫をしました。

**実験1** ある銅球をふっとうしている 100°Cの湯の中で十分に温めると、銅球は 100°Cになります。この 100°Cの銅球を 20°Cの水 50gが入った容器Aの中に入れると、最終的に全体が 30°Cになりました。また、100°Cに温めた同じ銅球を 60°Cの水 50gが入った容器Aの中に入れると、最終的に全体が 65°Cになりました。

**実験2** 温度のわからない、実験1と同じ銅球を 20°Cの水 50gが入った容器Aの中に入れると、最終的に全体が 28°Cになりました。

問4 実験2で用いた銅球のものの温度は何°Cですか。答えが整数にならないときは、小数第1位を四捨五入して答えなさい。

問5 この実験で用いる容器Aとしてもっとも適当なものを、下のア～カから選び記号で答えなさい。

- ア. 紙コップ
- イ. 発泡スチロール製カップ
- ウ. ペットボトル
- エ. ガラス製ビーカー
- オ. 銅製コップ
- カ. 磁器のティーカップ

日本に住む私たちが通常使う温度は「セルシウス度 (°C)」と呼ばれる温度です。セルシウス度は水がこおる温度を 0°C、水がふっとうする温度を 100°C とし、その間を 100 等分して定められた温度です。

一方、海外の一部の国では「ファーレンハイト度 (°F)」と呼ばれる温度が用いられています。ファーレンハイト度では水がこおる温度は 32°F、水がふっとうする温度は 212°F となり、その間は 180 等分されています。

そのため、同じ「気温 32 度」でも、それがセルシウス度で 32°C であれば夏の気温であるのに対し、ファーレンハイト度で 32°F であれば水もこおるような冬の気温に相当するのです。

問6 ファーレンハイト度で 100°F は、セルシウス度で何°C ですか。答えが割り切れないときは小数第 2 位を四捨五入して小数第 1 位まで答えなさい。

ファーレンハイト度は、この温度が定められた 18 世紀当時に、大量の塩と氷でつくることができたもっとも低い温度を基準として 0°F を定めたといわれています。しかし、実際にはこれよりも低い温度をつくることができます。では、温度はどこまで下がるのかを考えてみましょう。

気体には温度が下がると一定の割合で収縮する性質があります。たとえば、ある量の気体をじょじょに冷やしていく実験を行いました。すると、下の表のように一定の割合で気体の体積が減少しました。この結果をもとにすると、ある温度で気体の体積が計算上 0 mL となってしまうはずですが、また、気体の種類やはじめの体積を変えてこのような実験を行っても、気体の体積が計算上 0 mL となる温度は同じでした。そこで、温度には下限があると考え、下限となる温度を「絶対零度」と呼ぶようになりました。そして、絶対零度を「温度ゼロ」の基準として定めた「絶対温度 (熱力学温度)」という温度 (単位は K) は、セルシウス度やファーレンハイト度に代わる温度として、科学の世界でおもに使われるようになりました。

温度	20°C	15°C	10°C	5°C	0°C	-5°C	-10°C
気体の体積	116mL	114mL	112mL	110mL	108mL	106mL	104mL

問7 この実験において、気体の体積が計算上 0 mL となる温度は何°C になりますか。

3

3年前の東日本大震災の際に原子力発電所で事故が起こり、その影響がまだ残っていることは、ニュースなどでみなさんも知っていると思います。その報道では、放射能や放射性物質、放射線などといった言葉が多く使われていますが、ここでは放射線が発見されたところの歴史的な実験について考えます。

19世紀後半、ガラス管の内部から空気をぬいてほとんど真空にし、電流を流せるようにした、図1のようなクルックス管という装置ができました。このクルックス管に電流を流すと、+極側のガラスそのものが内側から光る現象が観察され、それを「蛍光している」と表現しました。

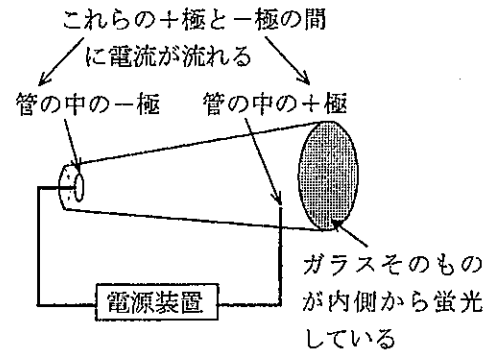


図1

日光に含まれる紫外線に長時間あたっていると、ひどく日焼けすることがあります。それは、紫外線がエネルギーの強い【線】だからです。また、蛍光灯や蛍光ペンに使われている蛍光物質には、エネルギーの強い【線】にあたると、蛍光する性質があります。

当時の科学者たちは、真っ暗な中でもガラスそのものが内側から蛍光することから、紫外線が原因ではなく、紫外線とはちがうエネルギーの強い【線】がガラスにあたっていることが原因だと考えていました。そこで、その線を【線A】と名付け、【線A】の性質を調べるためにさまざまな実験をしました。その

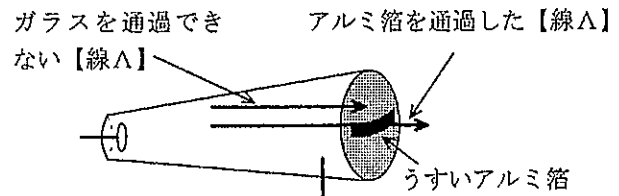


図2

の中の1つは、図2のようにクルックス管のガラスのごく一部をうすいアルミ箔にとりかえて実験するものでした。その結果、次のことがわかりました。

- ・【線A】は、ガラスでさえぎられるが、うすいアルミ箔は通過する。
- ・【線A】は、アルミ箔を通過した後は、空気中を数cmしか通過できない。

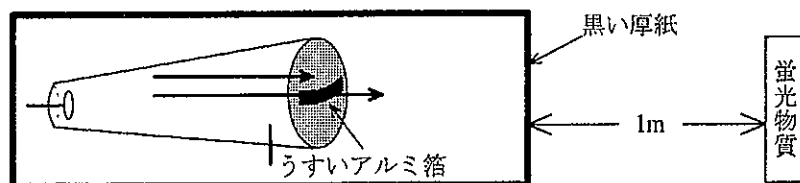


図3

レントゲンという科学者は、図3のように、

- ・クルックス管のガラスのごく一部をうすいアルミ箔にとりかえて、【線A】が通過できるようにする。

・黒い厚紙でクルックス管を包んで完全に光をさえぎり、部屋を真っ暗にする。  
という条件でクルックス管に電流を流す実験をしていたとき、ぐうぜん、1m 離れたところ  
にあった蛍光物質が蛍光していることに気づきました。①この結果からレントゲンは、蛍光物質の蛍光は【線A】が原因ではないと考えました。

そこで、アルミ箔のない図1のようなクルックス管で同様の実験をしたところ、1m 離れた場所にあった蛍光物質が、同じように蛍光しました。このことから彼は、別の【線B】が発生していて、それが蛍光の原因ではないかと考えました。彼はそれを確かめるために、クルックス管をアルミ箔で包んだり、いろいろなものをクルックス管と蛍光物質との間に置いたり、距離を変えるなどいくつか実験をして、②【線B】の性質を確かめました。その結果、

- ・クルックス管と蛍光物質の間に、木や布など、いろいろな物を置いても蛍光するが、金属を置くと蛍光しない。
- ・写真のフィルムを黒い紙で包み、日光（とそれにふくまれる紫外線）をあててもフィルムには何のあとも残らないが、【線B】をあてるとその部分のフィルムの色が変わり、あとも残る。

ことがわかりました。なお、上の文章にでてくるフィルムとは、写真を撮影するときに使われていたうすいシートです。光などがあたるとそのあとも残る性質を利用して、写真を撮影するのに使っていました。みなさんも、病院でX線写真（レントゲン写真）を撮影したときに目にしたことがあるかもしれません。

問1 下線部①について、蛍光物質が光った原因は【線A】ではないとレントゲンが考えた理由を、下のア～オから2つ選び記号で答えなさい。

- ア. +極側のガラスそのものが内側から光るから。
- イ. 蛍光物質が1m 離れているから。
- ウ. 紫外線は蛍光物質を蛍光させるから。
- エ. 【線A】はガラスを通過できないから。
- オ. 【線A】は空気中を数 cm しか通過できないから。

問2 下線部②について、この実験からわかる【線B】の性質を下のア～オから2つ選び記号で答えなさい。

- ア. 金属以外のものを通過できる。
- イ. +極側のガラスそのものを内側から蛍光させる。
- ウ. アルミ箔を通過できる。
- エ. ガラスを通過できない。
- オ. 【線A】よりも空気中を長い距離進む。

レントゲンの研究結果を知った科学者ベクレルは、蛍光するガラスが【線B】を生み出すと考えました。そして蛍光するガラスが【線B】を生み出すなら、他の蛍光物質が蛍光しているときも【線B】を生み出すのではないかと考え、図4のような試料を用意して実験しました。

- ・円盤の形をした同じ蛍光物質を2つ用意する。
- ・写真のフィルムを黒い厚紙で包んで日光を完全にさえぎり、試料aは厚紙に直接蛍光物質をはりつけ、試料bは長方形の金属板をのせた上に蛍光物質をずらしてはりつける。
- ・試料a、試料bを日光のあたる場所に置く。

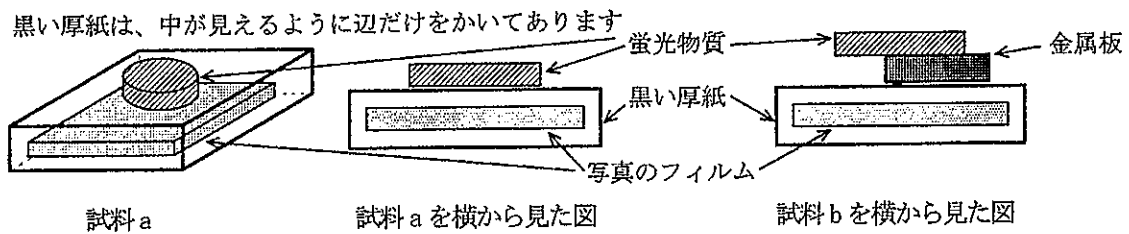
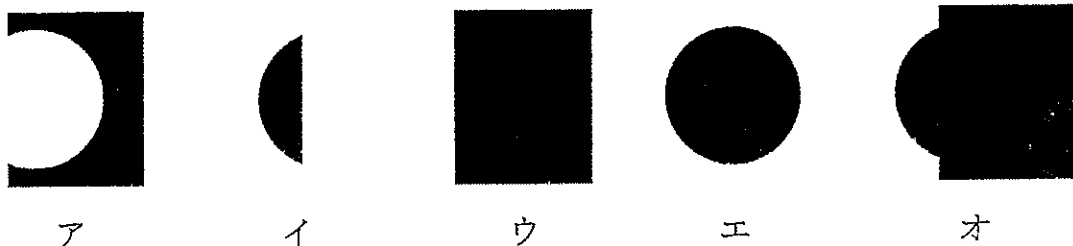


図4

ベクレルは晴れの日、③予想通りの実験結果を得ました。しかし④意外なことに、くもっていてほとんど日光があたっていない日に行った実験でも晴れた日と同じ結果となりました。その意外さからベクレルは、この蛍光物質が⑤ある性質をもっているのではないかと考えて実験し、自分の考えが正しいことを確認しました。

このような実験から得られたベクレルの考えは、それまでの常識を根底からくつがえすきっかけとなった、放射線というエネルギーの強い【線】の発見につながるものでした。しかしその発見は、3つものまちがった考えや仮定をもとにしたもので、ぐうぜんの組み合わせによるものであることが知られています。このようなところにも、科学の不思議さや面白さがあると言えるのです。なお現在では、【線A】は陰極線、【線B】はX線、ベクレルの用いた蛍光物質が生み出しているのはアルファ線という放射線であることがわかっています。

問3 下線部③について、ベクレルは、試料a、試料bの写真フィルムに残ったあとの形がどうなると予想しましたか。下のア～オからそれぞれ1つずつ選び記号で答えなさい。





問4 下線部④について、ベクレルは、どのように予想していたから意外だったのですか。その予想を下のア～カから1つ選び記号で答えなさい。

- ア. あまり蛍光しないので、写真の模様は晴れの日よりこい。
- イ. あまり蛍光しないので、写真の模様は晴れの日と同じくらいのこさ。
- ウ. あまり蛍光しないので、写真の模様は晴れの日よりうすい。
- エ. 蛍光の程度に関係なく、写真の模様は晴れの日よりこい。
- オ. 蛍光の程度に関係なく、写真の模様は晴れの日と同じくらいのこさ。
- カ. 蛍光の程度に関係なく、写真の模様は晴れの日よりうすい。

問5 下線部⑤について、ベクレルの考えた蛍光物質の性質とはどのようなものですか。下のア～カから1つ選び記号で答えなさい。

- ア. 蛍光すると、【線A】を発生させる。
- イ. 蛍光すると、【線B】を発生させる。
- ウ. 蛍光すると、紫外線を発生させる。
- エ. 蛍光しなくても、【線A】を発生させる。
- オ. 蛍光しなくても、【線B】を発生させる。
- カ. 蛍光しなくても、紫外線を発生させる。

問6 下線部⑤について、ベクレルの考えた蛍光物質の性質を調べるためには、どのような実験を行えばよいですか。実験のおよその内容について、下のア～クから1つ選び記号で答えなさい。またその結果を予想し、答えなさい。

- ア. 屋外で、晴れている日に図3の実験を行う。
- イ. 屋外で、くもっている日に図3の実験を行う。
- ウ. 屋外で、晴れている日に図4の実験を行う。
- エ. 屋外で、くもっている日に図4の実験を行う。
- オ. 室内で、部屋を明るくして図3の実験を行う。
- カ. 室内で、部屋を真っ暗にして図3の実験を行う。
- キ. 室内で、部屋を明るくして図4の実験を行う。
- ク. 室内で、部屋を真っ暗にして図4の実験を行う。

4

私たちが住んでいる地球の外側には、太陽や月、星などの天体があります。毎日空を見ていると、それらの天体は私たちの周りをいっせいに動いているように見えます。これは私たちが乗っている地球が動いているために起こる現象ですが、地球が動いていることは感じられないので、天体が私たちの周りを動いているように感じるのです。こういった天体の見え方について、考えてみましょう。

私たちは図1のように、地球に乗って太陽の周りを1年で1周しています。夜空に見える星座は地球からとても遠いところにあつて動かないように見えます。では、とても遠いというのはどれくらいの距離なのでしょう。これを知るためには、星の見え方を利用します。

電車に乗って移動するとき、図2のように、近くの建物と遠くの建物の左右が入れかわって見えることがあります。これは、近くの建物がずれて見える角度（Xと同じ大きさの角度）よりも、遠くの建物がずれて見える角度（Yと同じ大きさの角度）の方が小さいからです。このように、離れた2地点から同じものを見たときのずれの角度は、遠くにあるものほど小さくなります。

星までの距離は、光の速さで進んで何年かかる距離か、という意味の単位である「光年」で表します。この「光年」を求めるには、①できるだけ離れた2つの場所から同じ星を見たときの「ずれ（角度）」を使います。右の表は、いろいろな明るい星の「ずれ（角度）」の数値を示したものです。この数値は、地球からそれぞれの星を見たときのXやYのような角度で、単位は「秒」（角度の単位で、1度の3600分の1）ですから、非常に小さな角度でしかありません。6.5をこの数値で割ると、それぞれの星の地球からの距離（光年）を計算することができます。

ところで、星座をつくる星の中で地球からもっとも近い星は4.4光年の距離にあります。その星から出た光は4.4年かけて届くので、今その星を見ても、4.4年前の姿を見ていることになってしまいます。はるか遠くの星を見ることは、その星の遠い過去の姿を見ることと同じなのです。

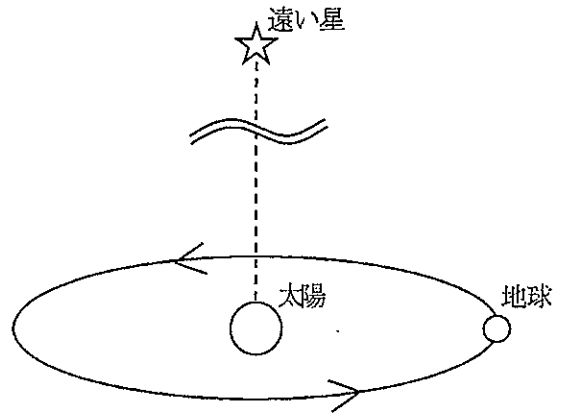


図1

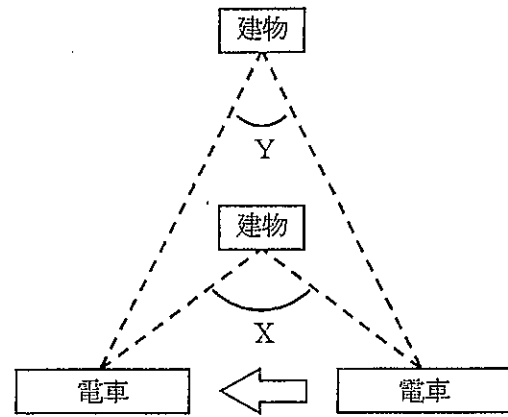


図2

表

	星の名前	角度
ア	デネブ	0.005
イ	ベテルギウス	0.013
ウ	ベガ	0.26
エ	アルタイル	0.39
オ	プロキオン	0.57
カ	シリウス	0.8

問1 下線部①について、地球にいる私たちが、宇宙に飛び出さずに、もっとも離れた2つの場所から同じ星を見るためには、どのような場所から見ればよいですか。2つの場所をA、Bとし、図をかいて説明しなさい。

問2 表のア～カの星の中で、地球からもっとも遠い星は何光年の距離にありますか、計算して整数で答えなさい。答えが割り切れないときは、小数第1位を四捨五入して答えなさい。

問3 表のア～カの星を今年見たとき、今ここで問題を読んでいるみなさんが生まれたときもっとも近いころの姿を見ているのはどの星ですか。ア～カから選び記号で答えなさい。また、その星が地球から何光年の距離にあるか計算し、小数第2位を四捨五入して小数第1位まで答えなさい。

地球が太陽の周りを回っているのと同じように、月は地球の周りを回っています。すると、星座をつくっている星が、月の後ろにかくれてしまうことがあります。地球から見て、手前にある天体が奥にある天体をかくすことを「食」といい、昨年8月には、スピカという名前のおとめ座の1等星が、数十分の間だけ月にかくされる「スピカ食」が、一部の地域をのぞいて見られました。

問4 「スピカ食」が見られた日の夜空には、明るい3つの星からなる大三角が見られました。この大三角をつくる明るい星を、表のア～カから3つ選び記号で答えなさい。

「スピカ食」が起こったとき、スピカと月の動き方はちがって見えました。その見え方について考えてみましょう。

地球は北極と南極を結ぶ線を回転の軸として、図3の向きに1日に1回転しています。しかし、私たちは地球が回転していることを感じる事ができないので、星（スピカ）の方が地球の回転と逆向きに回転するように見えます。その結果、星は東からのぼって西にしずむように見えます（南を向いていると、左側からのぼって右側にしずみます）。同様に、月の動きを地球から見ると、月も東からのぼって西にしずむように見えます。ところが、月は地球を中心として、図3の向きにゆっくりと動いています（約27日で地球の周りを1周します）。その結果、②スピカの動きと月の動きは少しちがって見えるのです。

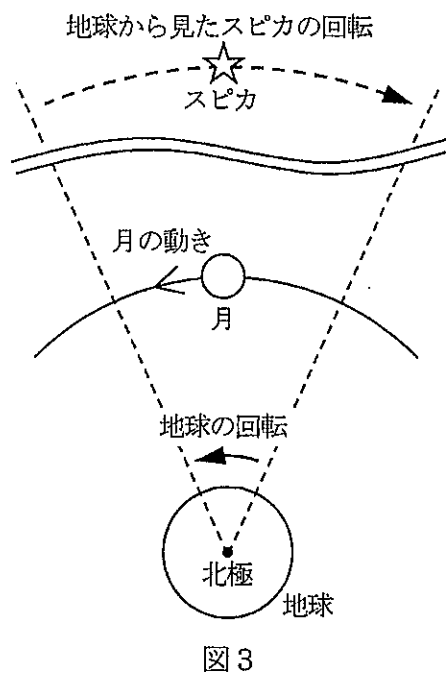


図3

問5 下線部②について説明した文としてもっとも適当なものを、下のア～オから選び記号で答えなさい。

ア. スピカの東から西への動きの方が、月よりも速いので、スピカは月の東（左）側からかくれて、月の西（右）側から出てくる。

イ. スピカの東から西への動きの方が、月よりも速いので、スピカは月の西（右）側からかくれて、月の東（左）側から出てくる。

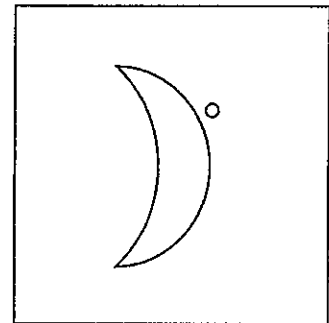
ウ. スピカの東から西への動きの方が、月よりも遅いので、スピカは月の東（左）側からかくれて、月の西（右）側から出てくる。

エ. スピカの東から西への動きの方が、月よりも遅いので、スピカは月の西（右）側からかくれて、月の東（左）側から出てくる。

オ. 月の見かけの形によって、スピカは月の東（左）側からかくれたり、月の西（右）側からかくれたりする。

問6 右の図は「スピカ食」がある地域で観測されたとき、スピカが月にかくれる5分前か、月から出た5分後かのどちらかの様子を示したものです。

右の図を、スピカが月にかくれる5分前だと考える人は月から出た5分後の、スピカが月から出た5分後だと考える人は月にかくれる5分前の、月に対するスピカの位置を解答欄にかいて答えなさい。



ただし、スピカは解答欄の横線にそって動くものとします。また、図の月とスピカの大きさの比は実際の見え方とは異なりますが、解答としてかくときはこの程度の大きさの比でよいこととします。

問7 今年の8月は、7日が新月で、21日が満月でした。「スピカ食」が起こったのは8月の何日ごろでしたか。下のア～オから1つ選び記号で答えなさい。

ア. 2日    イ. 12日    ウ. 16日    エ. 26日    オ. 30日

〈問題はここで終わりです〉