

1

Kくんと先生は、野外から取ってきた枯れ木から採集したシロアリを見ながら会話をしています。

Kくん「へー、これがシロアリですか。本当に白くてアリのようにたくさんいますね。」
先生「シロアリは昆虫ですが、アリとは全く別の仲間なのです。大きな違いとして、アリにはさなぎの時期がありますが、シロアリには①さなぎの時期がありません。」

Kくん「ふーん。白いか黒いかの違いじゃなかったんですね。」

先生「よく見てごらん。シロアリの群れの中にはいろいろな姿をしたシロアリがいますよ。」

Kくん「本当だ。頭が大きいのがいました。」

先生「それは兵隊シロアリ(図1)ですね。群れを外敵から守っています。それ以外は、働きシロアリ(図2)といって木をかじったり、幼虫の世話をしたりしています。」

Kくん「あ、先生。黒くて羽の生えた虫がいましたよ。」

先生「それは②羽シロアリといって、巣の外に飛んでいって新しい巣を作り、その後は王や女王となるシロアリです。」

Kくん「へー、これもシロアリなんですか。同じシロアリなのにいろいろな姿があるんですね。」

先生「それに働きシロアリも兵隊シロアリも羽シロアリも、ふつう同じ巣の中では同じ王と女王から生まれた兄弟姉妹なのです。」

Kくん「兄弟姉妹なのにこんなにも姿が違うんですか。シロアリって面白いですね。」

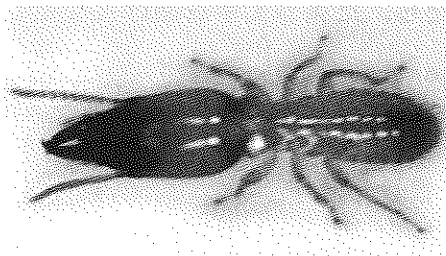


図1

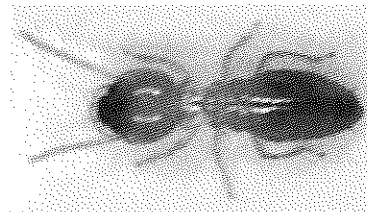


図2

問1 下線部①について、シロアリと同じようにさなぎの時期をもたない昆虫はどれですか。次の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. カマキリ イ. カブトムシ ウ. モンシロチョウ
エ. ダンゴムシ オ. アメリカザリガニ

問2 下線部②について、羽シロアリのどの部位に何枚の羽が生えていますか。図3のシロアリのからだのア～ウの部位にそれぞれ生えている羽の枚数を答えなさい。ただし、羽が生えていない場合は「0」で答えなさい。なお、図には足は描かれていません。

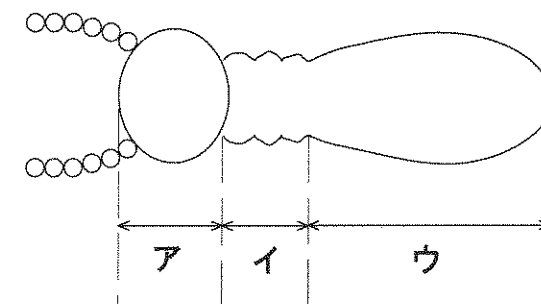


図3

問3 シロアリの群れは、ふつう親とその子どもたちの1家族からなります。このように、ふつう1家族からなる群れをつくる生物はどれですか。次の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. セミ イ. イワシ ウ. ニホンザル
エ. アシナガバチ オ. メダカ カ. モンシロチョウ

Kくんはシロアリに興味をもち、1つの巣にどのような姿のシロアリがどれだけいるか疑問に思いました。Kくんは5つのシロアリの巣について調べ、結果を表にまとめました。巣1～5は、互いに離れていて同じ巣ではないことがわかっています。

表

	働きシロアリ (匹)	兵隊シロアリ (匹)	羽シロアリ (匹)
巣1	120	5	25
巣2	85	3	0
巣3	74	3	16
巣4	263	13	0
巣5	164	7	18

- 問4 表より、シロアリの姿とその割合についてわかることは何ですか。次の中からもっとも適当なものを選び、記号で答えなさい。
- ア. 働きシロアリ、兵隊シロアリ、羽シロアリの割合は、どの巣でも大きく変わらない。
 - イ. 働きシロアリと兵隊シロアリの割合はどの巣でも大きく変わらないが、羽シロアリの割合は巣によって大きく違う。
 - ウ. 働きシロアリと羽シロアリの割合はどの巣でも大きく変わらないが、兵隊シロアリの割合は巣によって大きく違う。
 - エ. 働きシロアリの割合はどの巣でも大きく変わらないが、兵隊シロアリと羽シロアリの割合は巣によって大きく違う。
 - オ. シロアリの巣では、シロアリの数が多くなると羽シロアリがあらわれる。

問5 Kくんは、『1つの巣にいるシロアリの姿とその割合は決まっていて、どれかの姿のシロアリが少なくなると、その代わりに多くいる姿のシロアリの一部が姿を変化させる。』という仮説を立てました。この仮説を確かめる方法を考えて答えなさい。

問題は、まだ続きます。

図1は、ドライヤーの内部の様子を示したものです。スイッチを入れると電熱線やモーターへ電気が流れるようになっています。ただし、導線の一部分は描かれていません。
 ①電熱線に電気が流れると周りの空気を温めます。モーターに電気が流れると、②ファンと呼ばれる羽が回り、空気の流れが生まれます。ドライヤーのスイッチは、OFF・ON(温)・ON(冷)の3種類からなります。

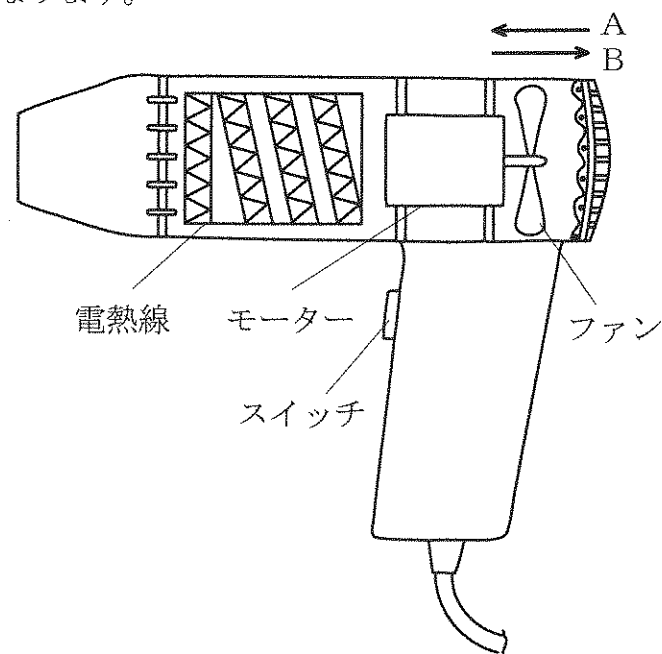


図1

問1 下線部①について、図2のような同じ空気の入っている3つの箱を用意し、箱Aに電熱線を入れて1分間電気を流してみました。このとき、箱Aの中の温度は8℃上昇しました。同様に、箱Bと箱Cに同じ電熱線を入れて1分間電気を流すと、箱Bと箱Cの中の温度はそれぞれ何℃上昇しますか。ただし、温度の変化によって箱の大きさは変わらず、熱は箱の外に逃げないものとします。

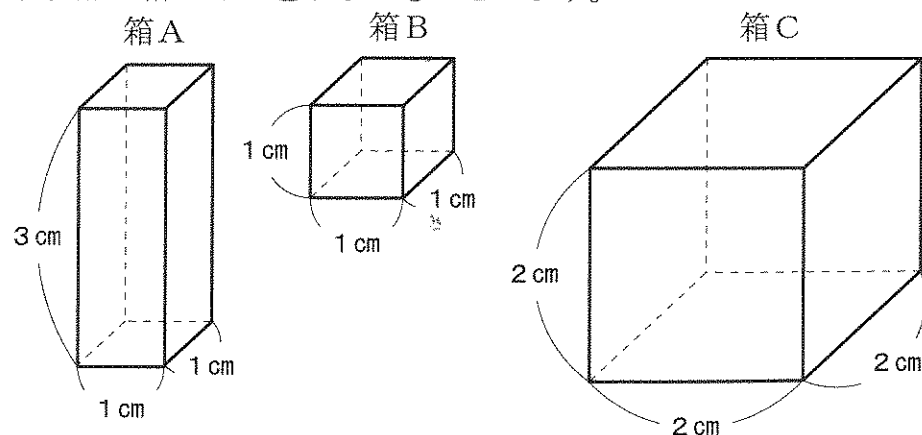


図2

問2 下線部②について、空気の流れの向きは図1の矢印A・Bのうちどちらですか。

問3 スwitchをON(冷)にしてしばらくすると、確かに冷たく感じる風が出てきますが、その風の温度を調べてみると室内の温度(25℃)と変わりませんでした。このことから、ON(冷)にしたときドライヤーにはどのように電気が流れていると考えられますか。次の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. モーターと電熱線の両方に電気が流れている。
- イ. モーターにだけ電気が流れている。
- ウ. 電熱線にだけ電気が流れている。
- エ. モーターと電熱線の両方とも電気が流れていない。

問4 サウナ(室温約90℃)に入ったときにドライヤーのスイッチをON(冷)にすると、出てくる風は約何℃になりますか。次の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 10℃ イ. 25℃ ウ. 60℃ エ. 90℃ オ. 120℃

問5 3種類のスイッチの特徴をふまえると、図3の電源、モーター、電熱線およびスイッチをどのようにつなげば、ドライヤーと同じように動きますか。解答欄の図に導線を描き入れなさい。ただし、実際のドライヤーの内部のつなぎ方と異なってもかまいません。

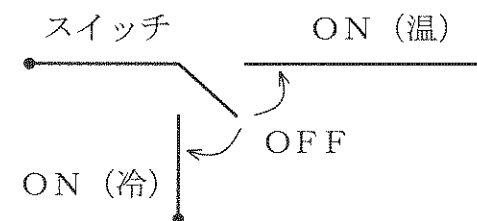


図3

問6 スイッチをON（温）にしているとき、仮にファンによる空気の流れを強くすると、ドライヤーから出る空気の温度は、空気の流れを強くする前と比べてどうなりますか。次の中から1つ選び、記号で答えなさい。また、その理由も答えなさい。ただし、電熱線に流れる電流の大きさは変わらないものとします。

ア. 高くなる イ. 変わらない ウ. 低くなる

問題は、まだ続きます。

Kくんは、二酸化炭素の性質に興味を持ちました。そこで、二酸化炭素の固体であるドライアイスを実験でもらってきました。このドライアイスを用いて、次のような実験を行いました。

～実験～

【操作1】

ドライアイスをなめらかな机の上に置いて指ではじくと、勢いよくすべった。

【操作2】

電子てんびんを用意し、ふたを外したペットボトルをのせて、電子てんびんが示す①値Xを記録した。

【操作3】

【操作2】のペットボトルを電子てんびんにのせたまま、このペットボトルの中にドライアイスを少量入れた。ふたを閉めずにしばらく置いておくと、ドライアイスの固体が気体に変化していき、やがてドライアイスが完全になくなった。その直後に、電子てんびんが示す②値Yを記録した。なお、このときペットボトルには水^{でき}滴はついていなかった。

【操作4】

【操作3】の後のペットボトルの中に水を3分の1くらい入れ、ふたを閉めてよくふるとペットボトルがつぶれた。

問1 【操作1】について、ドライアイスが机の上を勢いよくすべった理由としてもっとも適当なものを次の中から選び、記号で答えなさい。

- ア. ドライアイスは重いから。
- イ. ドライアイスは軽いから。
- ウ. ドライアイスがとけて液体になったから。
- エ. ドライアイスと机の間にすきまがなく、ぴったりとくっついていたのであるから。
- オ. ドライアイスと机の間に気体が入り込み、少し浮き上がっていたから。

問2 下線部①、②について、以下の問いに答えなさい。

(1) 電子てんびんが示した値Xと値Yにはどのような関係があると考えられますか。次の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 値Xと値Yは等しい。
- イ. 値Xの方が値Yよりも大きい。
- ウ. 値Yの方が値Xよりも大きい。

(2) (1) からわかる、気体の二酸化炭素の性質を簡単に答えなさい。

問3 【操作4】で、ペットボトルがつぶれた理由からわかる、気体の二酸化炭素の性質を簡単に答えなさい。

問4 【操作4】で、つぶれたペットボトルの中にBTB液を加えると、液体の色は何色になりますか。次の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 赤色 イ. 無色 ウ. 黄色 エ. 緑色 オ. 青色

Kくんは他にもドライアイスを用いた実験ができないかを先生に相談したところ、先生が次のような実験を見せてくれました。この実験は非常にあぶないので、Kくんは少し離れたところから、実験の様子を見ていました。

～先生の実験～

図1のように、大きなドライアイスを2つ用意し、1つには穴をほって器にし、その中にマグネシウムの粉末を入れた。一方、マグネシウムリボンに火をつけ、マグネシウムの粉末の上に置いたあと、すぐにもう片方のドライアイスでふたをして、外から空気がまったく入らないようにしながら燃やすと、マグネシウムはドライアイスの中で激しく光を放っていた。しばらくすると徐々に光が弱くなり、やがて光が消えて反応が完全に終わったことを確認してから、ドライアイスのふたを外した。

ドライアイスの器の中にできた固体を取り出して観察すると、白い酸化マグネシウムの固体と黒い炭素の固体が残っていた。

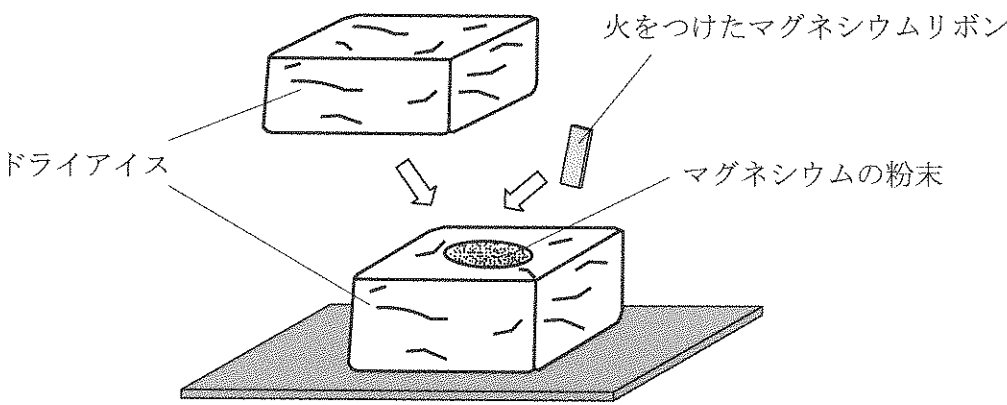


図 1

この実験の後、先生は次のようなことを教えてくれました。

『銅の粉末を加熱すると酸素が結びついて酸化銅ができますね。この酸化銅に炭素の粉末を混ぜて加熱すると、酸化銅から酸素がはなれてもとの銅にもどり、その代わりに炭素に酸素が結びついて二酸化炭素が発生するのですよ。今、私が行ったマグネシウムとドライアイスの実験結果と合わせて、銅と炭素とマグネシウムについて、酸素との結びつきやすさを比べてみてくださいね。』

問5 先生が行った実験結果と、先生が教えてくれたことから、銅と炭素とマグネシウムについて、酸素と結びつきやすい順に左から並べなさい。

Kくんは先生の実験を見ていて、『炭素が燃焼して酸素と結びつくと、必ず二酸化炭素ができるのだろうか。』という疑問をいただきました。そこで、Kくんは本で調べてみると、次のような事がわかりました。

十分な量の酸素があるときは、炭素は完全燃焼（炭素が二酸化炭素になること）し、酸素が不足していると、炭素は不完全燃焼（炭素が一酸化炭素になること）します。そのときの重さの関係は、下の表のようになります。

表			
完全燃焼	炭素	酸素	二酸化炭素
	12 g	32 g	44 g
不完全燃焼	炭素	酸素	一酸化炭素
	12 g	16 g	28 g

問6 炭素 6 g を空気中で燃焼させ、二酸化炭素と一酸化炭素の混合物が 16 g できたとします。このとき、炭素 6 g のうち、完全燃焼した炭素は何 g になりますか。ただし、炭素 6 g はすべて燃焼し、二酸化炭素と一酸化炭素以外のものはできなかったものとします。

ある夜、開智くんはさいたま市で満月を見ながら先生と会話しています。

開智くん「先生、2016年11月の満月はスーパームーンと呼ばれるそうですね。」

先生「そうです。いつもより月と地球の距離が近いので、満月が大きく見えるんですよ。」

開智くん「どうして月と地球の距離が変わるのですか。」

先生「地球をまわる月の軌道は円形ではなく、円を少し引きのばした楕円形なんです。

そのため、月が楕円のどの位置にあるかによって少しずつ距離が違うんですよ。

月の場合は、もっとも離れているときは地球から約40万5千km、もっとも近いときは約35万6千kmの距離にあります。」

開智くん「なるほど、楕円形の軌道をまわるので距離が変わるんですね。ところで、距離が近いと物が大きく見えるのはわかるんですが、どのくらい大きく見えるんですか。」

先生「図1のように、月や太陽など十分遠くにある天体を見るときは、見かけの大きさと天体までの距離は反比例することがわかっています。」

開智くん「そうなんですね。ということは、月がもっとも小さく見えるときに比べて、もっとも大きく見えるときは あ %も直径が大きく見えるんですね。」

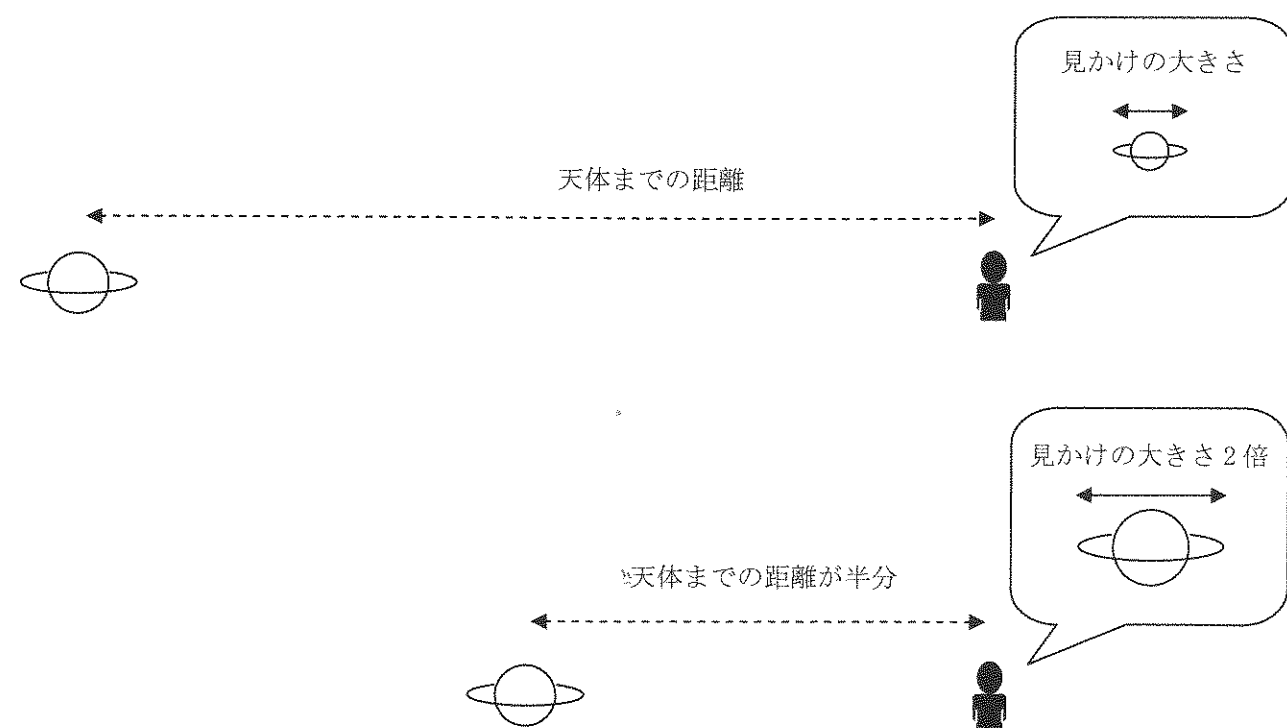


図1

問1 開智くんと先生が会話した日の1週間前の午後6時ごろ、さいたま市から月は何の方角の空に、どのような形で見えましたが、次の中から方角と形についてそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

【方角】

ア. 東 イ. 西 ウ. 南 エ. 北

【形】



問2 図2は、地球とその周りをまわる月を表しています。スーパームーンが見えるとき、月は何の場所にあり、太陽はどちらの方向にありますか。月の場所は図の中のア～エから、太陽の方向は図の中のオ～クからそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。ただし、図の中の月の軌道や地球の位置は、わかりやすくするために実際のものよりも左右にひきのばして描かれています。

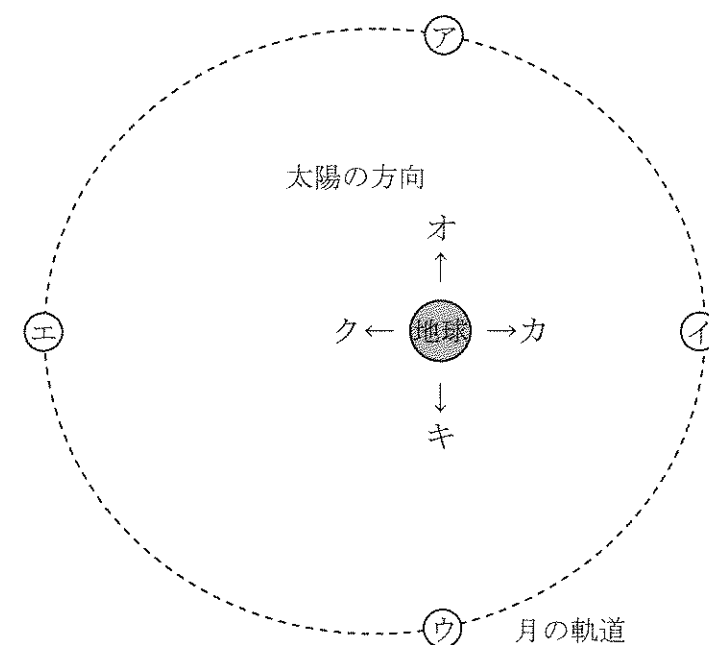


図2

問3 文中の あ に入る値を、小数第1位を四捨五入して、整数で答えなさい。

開智くん「ところで先生、地球から月までの距離はどうやって測るのですか。」

先生 「今は地球から月にレーザー光を発射して、月の表面で反射して返ってくるまでの時間を測ることで精密に距離を求めることができます。でも実は、望遠鏡もロケットも無い古代ギリシャの時代に、地球から月までの距離を計算した人がいるんですよ。」

開智くん「えっ、そうなんですか。いったいどうやって測ったんだろう。」

先生 「日食や月食を利用して計算したのです。資料を見ながら考えてみましょうか。」

古代ギリシャの学者は様々な観測から地球が球体だと考え、その直径が約 1.3 万 km であることを知っていました。また、球体を太陽に向けて持ち上げると、影はまっすぐ円柱形にのびるのではなく、円すい形に小さくなっていくことを発見しました。さらに、(地球のまわりでは) 球体の直径と、球体の中心から影の先端までの長さの比がどこでも 1 : 108 になることを見つけたのです (図 3)。

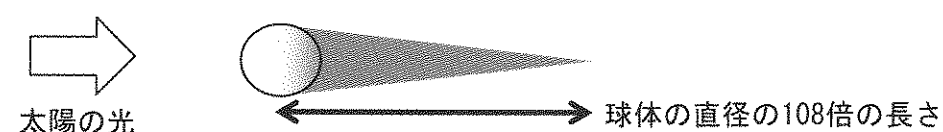


図 3

ここで日食を考えます。日食が起こるとき、月の影の先端がちょうど地球の中心あたりに届くと考えました。つまり、ここから月と地球の距離は、月の直径の 倍だと考えたのです (図 4)。



図 4

次に月食の場合は、地球からも同じように直径の 108 倍の長さの円すい形の影ができ、この影の中に月が入ると考えました (図 5)。そして、月が地球の影に入る様子をよく観察したところ、月が通る位置での地球の影の直径が、月の直径の 2.5 倍であることに気づいたのです (図 6)。

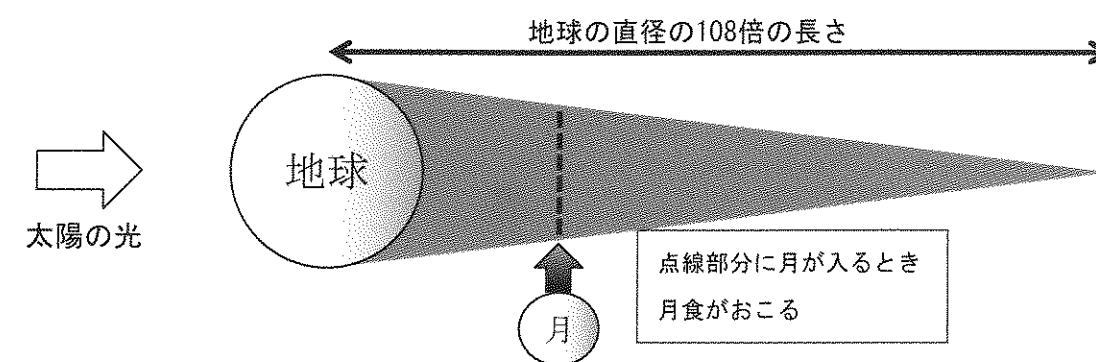


図 5

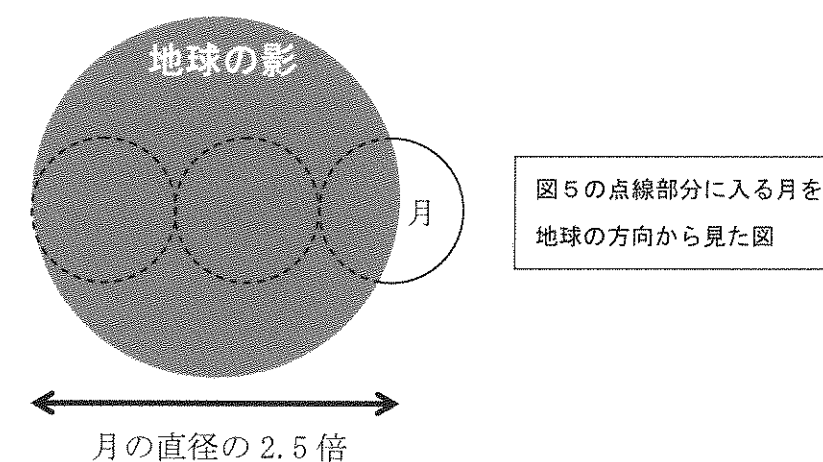


図 6

ここからは比を使って考えます。月食のときの月と地球の距離を 1 とすると、地球の中心から地球の影の先端までの長さは になります。地球の中心から地球の影の先端までの実際の長さは約 万 km なので、月と地球の実際の距離は、約 万 km だと計算されます。現在知られている距離とほとんど同じ値を、古代ギリシャの学者は観察と計算で導き出していたのです。

問 4 文中の ～ に入る値を答えなさい。ただし、 と については、小数点以下の値が出た場合は、四捨五入して、整数で答えなさい。

問題は以上です。

1	問 1		問 2	ア	枚	イ	枚	ウ	枚
	問 3		問 4						
	問 5								

※

2	問 1	箱 B	℃	問 5	
		箱 C	℃		
	問 2				
	問 3				
	問 4				
	問 6	記号			
理由					

※

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

※

4	問 1	方角		形		
	問 2	月		太陽	問 3	
	問 4	い		う		
		え		お		

※

座 席 番 号

※

受 験 番 号	氏 名