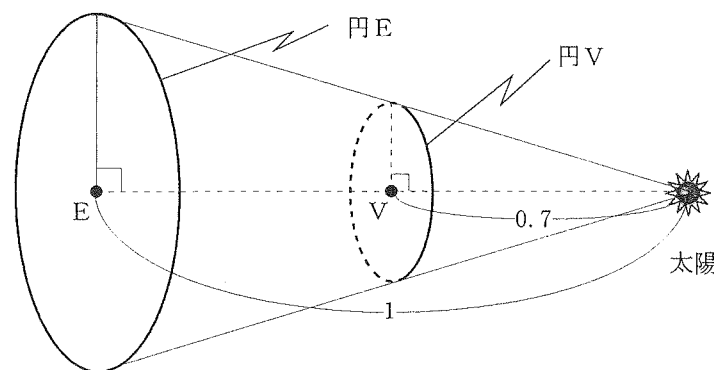


1

昨年5月に打ち上げられた日本初の金星探査機「あかつき」は、金星のまわりを回る予定でした。しかし、12月の挑^{ちようせん}戦は失敗したため、次に金星に近づく5年後に再挑戦することになりました。

「あかつき」のおもな任務は、金星表面の探査ではなく、金星の大気の観測です。金星は大きさや重さなどは地球とほぼ同じですが、表面や大気の様子は地球とは大きく異なっています。たとえば、金星は全表面が分厚い雲、それも濃^{のうりゅうさん}硫酸のつぶでできた雲におおわれていて、外から表面の様子はまったくわかりません。またその雲は、太陽から送られてくる光（エネルギー）を78%も反射してしまいます。つまり、金星が吸収する太陽のエネルギーは、太陽から送られてくるエネルギーの22%にすぎません。一方、地球の雲は、全地球表面をおおっているわけではありません。地球全体の反射率は30%ですから、地球は太陽から送られてくるエネルギーの70%を吸収していることになります。

太陽から金星の距離^{きより}は、太陽から地球の距離の0.7倍です。ここで、金星の位置Vで太陽光線に垂直な円Vと、地球の位置Eで太陽光線に垂直な円Eを図のように並べて考えると、円Vの半径は円Eの半径の0.7倍になります。また、太陽は、円Vを照らすのと同じエネルギーで、円Eを照らしていることもわかります。



問1 地球と金星の位置で、太陽光線に垂直な1m²の面に対して、1秒間に太陽から送られてくるエネルギーを比べると、金星は地球のおよそ何倍になりますか。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. 0.14倍 イ. 0.5倍 ウ. 1倍 (同じ) エ. 1.5倍 オ. 2倍

問2 太陽光線に垂直な1m²の面が1秒間に吸収しているエネルギーを比べたとき、金星は地球の何%になりますか。問1で選んだ数値を使って計算し、答えが整数にならないときは、小数第1位を四捨五入しなさい。

問3 金星の雲は濃硫酸のつぶでできています。では、地球の雲は何のつぶでできていますか。適当なものを下のア～オから選び、記号で答えなさい。

ア. ちり イ. 綿 ウ. 食塩 エ. 塩化水素 オ. 水や氷

問4 下の文章の (①) から (⑤) に入る適当な語を、下の語群のア～タから選び、記号で答えなさい。

地球の表面温度は全地球を平均すると約15℃ですが、金星の表面温度は約460℃です。金星が大変な高温になっているおもな理由は、金星が地球よりも太陽に近いからではありません。地球の90倍も濃い金星の大気には (①) が96%もあるのに対して、地球の大気には (①) がわずか0.04%しかいないため、その温室効果が地球よりもはるかに強くはたらくからです。

地球ができたときには、地球の大気にも今とは比べものにならないくらい多くの (①) があつたと考えられています。しかし、高温の金星には存在できない (②) が、地球にはたくさんあります。 (①) は (②) に溶けやすく、暖かいところで成長する (③) のはたらきで (④) となります。さらに、 (②) に溶けた (①) は直接 (④) となって沈^{ちんでん}殿することもあります。こうして地球ができたころの大気にたくさんあつた (①) はどんどん取り除かれて、 (②) に溶けにくい (⑤) が大気に残り、現在の地球の大気の中で一番多い成分になりました。

【語群】 ア. ちっ素 イ. 酸素 ウ. 二酸化炭素 エ. 水素 オ. 水蒸気
カ. 水(海水) キ. 氷 ク. 食塩 ケ. 鉄 コ. アルミニウム
サ. サンゴ シ. ウニ ス. ヒトデ セ. 石灰岩 ソ. 泥岩
タ. 火山灰

問5 下の文章の (①) から (⑤) に入る数値を求めなさい。答えが整数にならないときは、小数第1位を四捨五入しなさい。

地球は西から東に1日に1回転しています。赤道での地球の全周は4万kmなので、回転の速さは秒速約460mになります。北緯40度^{ほくい}での全周は3万kmですから、その緯度での地球の回転の速さは秒速約 (①) mです。また、北緯40度付近^{へんせいふう}の上空には偏西風と呼ばれる西風がふいていて、7日間で地球を1周しています。つまり、地球の偏西風の速さは、その付近の地球の回転の速さの約 (②) %でしかなく、その速さは秒速約 (③) mということになります。また低緯度では偏東風^{へんとうふう}という偏西風よりもおそい風がふいています。ですから地球の大気は、大きく見れば地球の回転に引きずられて動いていることがわかります。

一方金星は、ごくゆっくりゆっくりと東から西に240日で1回転しています。そして、上空には4日間で金星を1周する東風がふいています。つまり金星の東風は、金星の回転の速さの約 (④) 倍もの速さで動いていることになります。金星の大きさが地球と同じだとすると、金星の北緯40度ではその風の速さは秒速約 (⑤) mになります。

こうした金星の大気の不思議を解明することも、金星探査機「あかつき」に課せられた使命なのです。

2 身の回りの均一な薄いものうち、台所でよく使われているキッチンペーパー、ラップフィルム、アルミホイルについて考えてみます。キッチンペーパーとアルミホイルは長い時間がたつと、くさったり、さびたりしてしましますが、ラップフィルムはプラスチックの仲間なので、ほとんど変化しません。一方、キッチンペーパーとラップフィルムには (①) という共通の性質があるので、アルミホイルのように魚や野菜を包んでオーブンで加熱することはできません。また、ラップフィルムとアルミホイルには (②) という共通の性質があるので、キッチンペーパーのように、だし汁をこすことができません。このように、台所では目的に合った製品を選んで使っています。

問1 上の文章の (①)、(②)に入る適切な語句を書きなさい。

問2 冷たくなったご飯を電子レンジで温めるときには、ラップフィルムを使います。キッチンペーパーやアルミホイルを使わない理由をそれぞれ一つずつ答えなさい。

日干しレンガは、古代エジプトの時代からワラを混ぜた粘土をこねて作られていました。それは、植物の (③) を混ぜると、レンガに「ねばり」がでて割れにくくなるからです。また、キッチンペーパーを虫眼鏡で見ると、たくさんの (③) がからみあってできていることがわかります。

透明なラップフィルムも目に見えない (③) のようなものでできています。キッチンペーパーは、どちらからでも同じように破ることができますが、ラップフィルムには破れやすい方向と破れにくい方向があります。

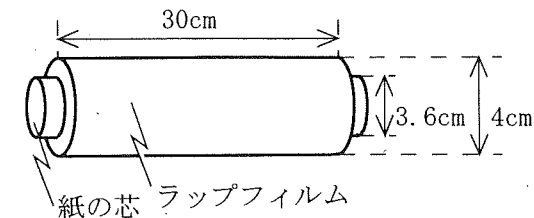
問3 上の文章の (③)に入る適切な語を下のア～オから選び、記号で答えなさい。
ア. タンパク質 イ. でんぷん ウ. ビタミン エ. 繊維 オ. 脂肪

問4 キッチンペーパーを虫眼鏡で見ると、どのように見えますか。おおよその図を解答欄にかきなさい。

問5 ラップフィルムの (③) のようなものが虫眼鏡で見えるものとして、キッチンペーパーとの違いがわかるように、おおよその図を解答欄にかきなさい。

問6 アルミニウムは 1cm^3 あたり 2.7g です。 27g のアルミニウムを薄くのばして面積を 5000cm^2 にすると、その厚さは何mmになるか答えなさい。

買ってきたばかりのラップフィルムには、長さが 20m と書いてありました。そこで、この厚さを調べるために、ラップフィルムを巻いてある〈紙の芯の直径〉と〈ラップフィルムを加えた直径〉、そして〈ラップフィルムの幅〉をものさしで測ってみると、それぞれ、図のように 3.6cm 、 4cm 、 30cm でした。



問7 このラップフィルムは、すき間なく巻かれているものとして計算すると、その厚さは何mmですか。もっとも近いものを下のア～カから選び、記号で答えなさい。ただし、円周率は 3.14 として計算しなさい。

- ア. 0.001mm イ. 0.002mm ウ. 0.01mm エ. 0.02mm
オ. 0.1mm カ. 0.2mm

問8 A キッチンペーパー、B ラップフィルム、C アルミホイルの作り方として適当と考えられるものをそれぞれ下のア～オから選び、記号で答えなさい。

- ア. 原料を水酸化ナトリウム水溶液で溶かしてから、残ったものを水で洗い、薄く広げて水分を蒸発させる。
イ. 原料に熱を加えてやわらかくしてから、フーセンガムのようにふくらませて薄い膜にする。
ウ. 原料を冷やして固め、カッターで薄くけずりとる。
エ. 原料に熱を加えてやわらかくし、ローラーで上から力を加えて薄くする。
オ. 原料を薄いすきまの型に流しこみ、固める。

3

精子や卵（卵）は、次の世代をつくるための特別な細胞です。精子と卵の大きさの違いは生物によってさまざまですが、一般に精子は卵に比べてとても小さくなっています。

ヒトや身の回りの多くの動物では、オスは精子をつくる役割、メスは卵をつくる役割を分担している雌雄異体がふつうだと思いがちです。しかし、動物にはミミズやカタツムリのように、同じ体で精子と卵を両方つくる雌雄同体や、一生の間に性転換するものもあります。性転換する動物は魚類に多くみられます。

問1 私たちの食卓で見る次の食品のうち、卵はどれですか。下のア～カから3つ選び、記号で答えなさい。

- ア. イクラ イ. イカのしおから ウ. ウニ エ. フグの白子
オ. タラコ カ. カニみそ

問2 下線部について、下のA、Bそれぞれに答えなさい。

- A 精子がとても小さいのはどうしてですか。
B 卵がとても大きいのはどうしてですか。

問3 植物でも、一つの花におしべとめしべがあるもの（両性花）と、雌花と雄花に分かれているものがあります。次のうち、雌花と雄花に分かれているものはどれですか。下のア～クからすべて選び、記号で答えなさい。

- ア. アサガオ イ. イチョウ ウ. ヘチマ エ. イネ
オ. アブラナ カ. トマト キ. キュウリ ク. ホウセンカ

ところで、魚の性転換はなぜ起こるのでしょうか。それは、「性転換することによって、その魚が一生の間に、より多くの子を残せるようにするため」と考えられています。しかし、性転換のためには体の構造を変える大きなエネルギーや時間が必要なので、その回数は最小限におさえられています。

魚のメスの体長と、そのメスが産むことのできる卵の数の関係を表すと、図1のグラフのようになります。このグラフからもわかるように、メスは体が大きく成長するほど、よりたくさんの卵をつくることができます。

しかし、オスの場合は、体長と「残す子の数（自分の精子で受精させることのできた卵の数）」の間にはこのような関係はなく、オスがどのようにメスに選ばれるか、ということが大きく影響しています。例えば、メスがオスの体の大きさに関係なく、偶然出会ったオスを選んで繁殖している魚の場合を考えましょう。このような魚のオスの場合①（ア. 大きい方が イ. 大きさには関係なく ウ. 小さい方が）繁殖のチャンスがあります。ですから、このオスの体長と、残す子数の関係を表すと図2のグラフのようになります。このグラフから、体長が小さいときは②（ア. オス イ. メス）である方が多くの子を残し、成長して体長が大きくなると③（ア. オス イ. メス）である方が多く子を残すようになることがわかります。このことから、例にあげたようなパートナーの選び方をしている魚では、体長が小さいときはオスとして暮らし、成長の途中でメスに性転換すると、子を残す上で有利になることがわかります。

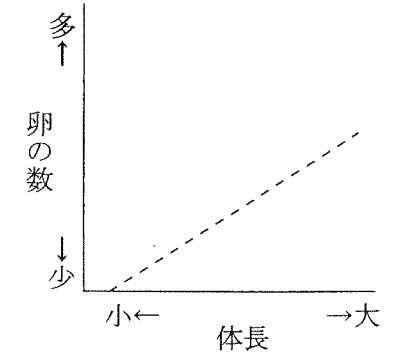


図1

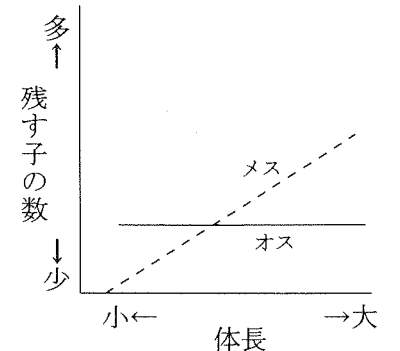


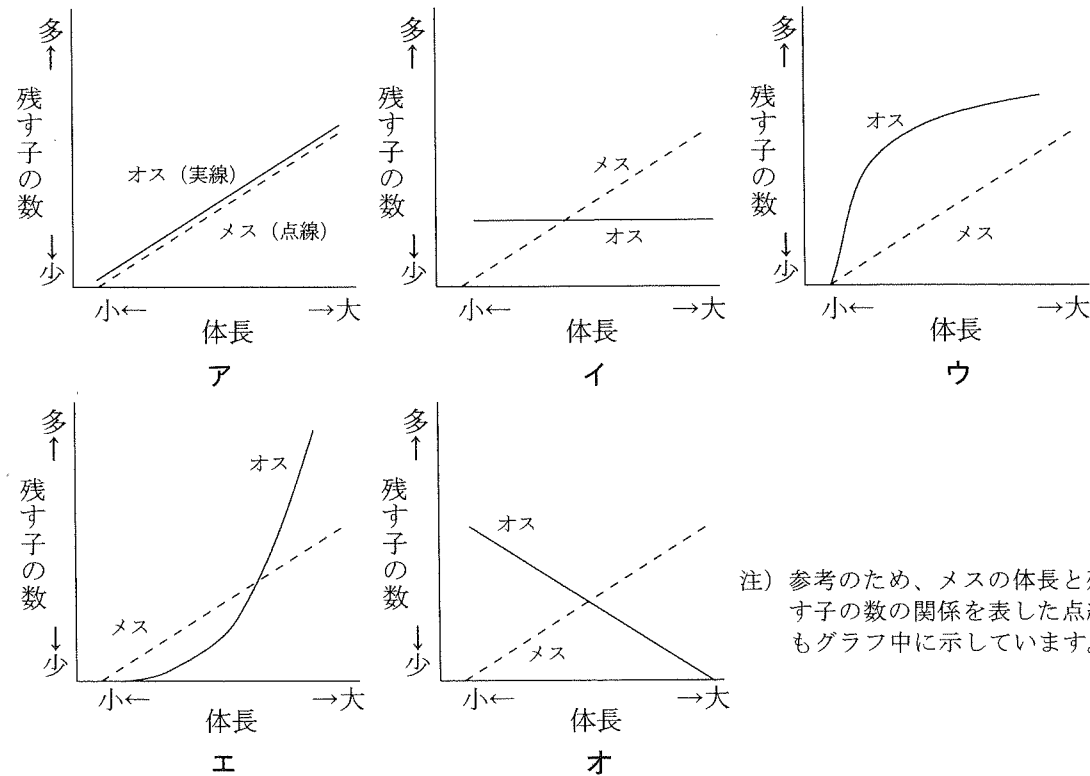
図2

問4 上の文章の①から③について、それぞれ（ ）内の語句から適当なものを選び、記号で答えなさい。

オスとメスがたくさんいる集団の中で、下のA、Bそれぞれの場合について、オスが残す子の数を調べました。

- A 自分の体の大きさに合うように、小さなメスは小さなオスを、大きなメスは大きなオスを選んで繁殖している魚の場合。
- B メスは強くて大きなオスを選ぶため、一匹のオスが数匹のメスを独占し、小さなオスにはほとんど繁殖のチャンスがない魚の場合。

問5 A、Bそれぞれの場合について、オスが残す子の数のグラフ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。



問6 AやBのような集団で暮らす魚の場合、一匹の魚の一生で、できるだけ多くの子を残すためには、どのようにしたらよいですか。それぞれ適当なものを下のア～エから選び、記号で答えなさい。

- ア. 小さなころはオスとして暮らし、成長の途中でメスに性転換する。
- イ. 小さなころはメスとして暮らし、成長の途中でオスに性転換する。
- ウ. 必要に応じてオスになったりメスになったりをくりかえす。
- エ. 性転換の必要がないので、一生を同じ性で過ごす。

4

水を温めると沸騰し、水蒸気が発生します。水蒸気の体積は、もとの水の体積の約1600倍です。今から2000年ほど前、ギリシャのヘロンは、細い管からふき出す水蒸気を利用して、図1のように回転する装置を発明しました。

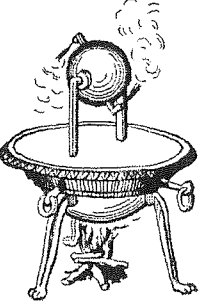


図1

1600年代になると、空気そのものにも重さがあることがわかって、地面や空気中の物体を押していることがわかり、それを“大気圧”と名付けました。その力の大きさについて、1650年、ドイツのゲーリケが実験をしました。それは、図2のような直径30cmほどの鉄をくりぬいた半球を合わせて球にし、球の内部から空気をぬいて、半球を両側から引っ張るといったものでした。この実験では左右8頭ずつ、合計16頭の馬で引っ張ると、半球どうしがようやく離れました。この実験を見た人は、その力の大きさに、おどろいたそうです。

この実験で半球が離れなかったのは、図3に示したように、空気をぬく前と後とは、力のはたらき方が違うからです。空気をぬく前は、球の外側と内側の両方に同じように空気があるため、半球は外側からも内側からも空気に押されています。しかし空気をぬいた後は、内部に空気がないので、半球は外側だけから押されているのです。

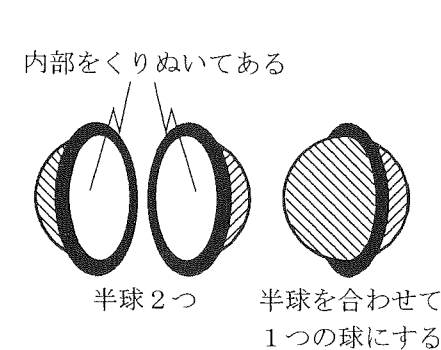


図2

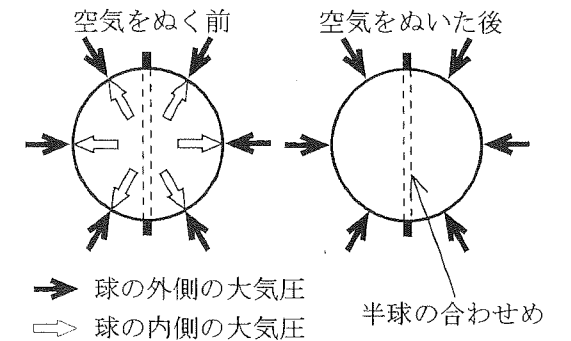


図3

1712年、イギリスのニューコメンは、図4のような初めての実用的な蒸気機関を発明しました。それは、図5の①から③のように動かすものでした。

- ① ボイラーの水蒸気がシリンダー（筒）の中に入り、ピストンが上がる。
- ② バルブを閉め、シリンダーに水を噴射し、水蒸気を冷やす。
- ③ ピストンが下がり、ロープの下につながったポンプが動かされる。

③の後、シリンダー内部の水は外に出され、再び①からくり返します。この蒸気機関は水をくみ上げるために、鉱山などで約70年間使われていました。

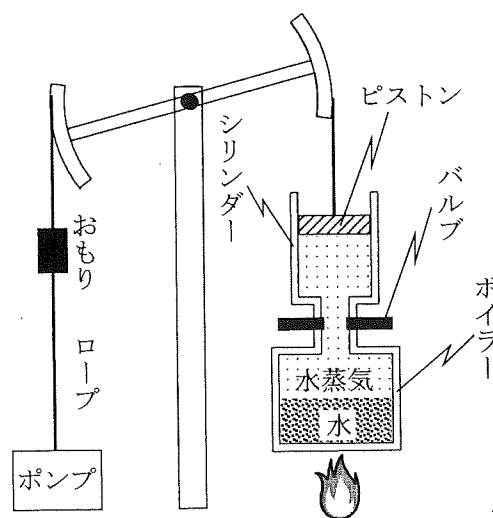


図4

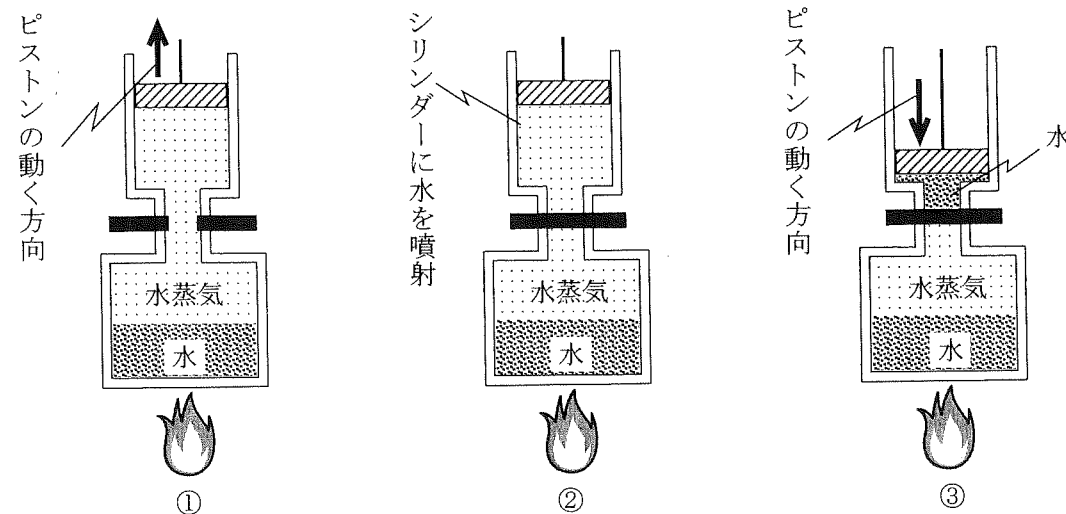


図5

問1 ニューコメンの蒸気機関では、ポンプを引き上げるためのロープに、ピストンと同じ重さのおもりが取り付けられています。それはどうしてですか。その理由を答えなさい。

問2 図5の①で、蒸気は何に逆らってピストンを押し上げましたか。

問3 図5の③で、ピストンが下降したのは、どうしてですか。その理由を答えなさい。

1765年、イギリスのワットは、図4のニューコメンの蒸気機関を修理する仕事の経験から、広く実用的な蒸気機関を発明しました。それは、図6の①、②のように動かすものでした。

- ① ボイラーからの蒸気がピストンを下から押し上げる。ピストンより上にあつた水蒸気は復水器にいき、水（冷却水）によって冷やされる。
- ② ピストンが上がりきったところで、弁Aと弁Bを切りかえると、ボイラーからの水蒸気がピストンを上から押し、そのときピストンより下にあつた水蒸気は復水器にいき、水（冷却水）によって冷やされる。

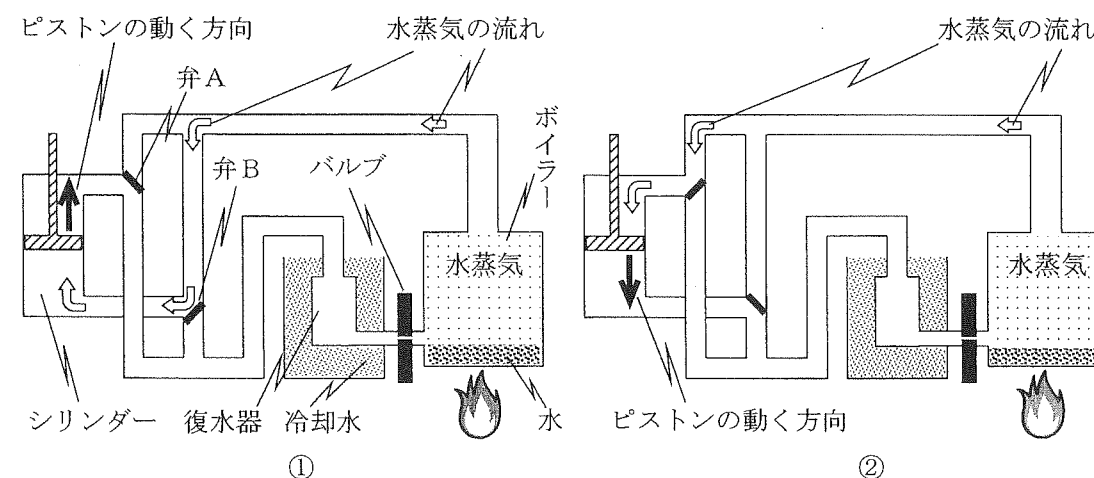


図6

問4 ワットの蒸気機関とニューコメンの蒸気機関とでは、ピストンが下降するときに違いがあります。その違いを答えなさい。

問5 下の文章の（ ① ）から（ ⑥ ）に入る適当な語を、下の語群のア～タから選び、記号で答えなさい。

ニューコメンの蒸気機関では、（ ① ）内で（ ② ）を（ ③ ）にもどしてしました。しかし、ワットは石炭を燃やして得られる（ ④ ）を無駄にしないことが大切だと考え、（ ① ）とは別の場所で（ ② ）を（ ③ ）にもどす（ ⑤ ）という仕組みを発明しました。その結果、ワットの蒸気機関では（ ① ）をそのたびに温める必要はなく、ボイラーにもどる（ ③ ）も、まだかなり（ ⑥ ）ので、石炭を燃やす量を少なくすることができました。

- 【語群】
- | | | | |
|----------|--------|----------|----------|
| ア. 大気圧 | イ. 空気 | ウ. 水蒸気 | エ. 水 |
| オ. 重い | カ. 軽い | キ. ボイラー | ク. シリンダー |
| ケ. ピストン | コ. 復水器 | サ. 熱 | シ. 石炭 |
| ス. 二酸化炭素 | セ. 煙 | ソ. 温度が高い | タ. 温度が低い |

〈問題はここで終わりです〉

