

生 物 基 礎

(解答番号 ~)

第1問 生物の特徴および遺伝子とそのはたらきに関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～6)に答えよ。(配点 18)

A 次の文章は、細胞の特徴を探究する活動の一環として、ある動物細胞を光学顕微鏡で観察しているホタルとヒカルの二人の会話である。

ホタル：色素を利用して(a)細胞小器官を染めて観察すると、実はミトコンドリアにもいろいろな形や大きさのものが見えるね。この細長いミトコンドリアのサイズはどのくらいだろう。

ヒカル：今使っている対物レンズと接眼レンズの組合せだと、(b)接眼マイクロメーターの20目盛りが対物マイクロメーターの50 μ mに相当しているね。細長いミトコンドリアは接眼マイクロメーターの2目盛りだけど、これはどのくらいの長さになるのかな。

二人は様々な細胞小器官を観察し続けた。

ホタル：拡大しても、細胞小器官の間は何もないように見えるけど、実際にはどうなっているんだろう。教科書の細胞の模式図でも、細胞小器官の間は何も描かれていないことが多いよね。水で満たされているのかな。

ヒカル：水だけではないはずだよ。私たちの観察条件では見えないだけで、エネルギー物質や(c)細胞を構成する様々な成分が含まれているはずだよ。

ホタル：きっと様々な化学反応が起きているんじゃないかな。細胞って、なんだかすごいね。

問 1 下線部(a)に関連して、真核生物における細胞小器官に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 核には、DNA とタンパク質を主な構成成分とする染色体が含まれる。
- ② ミトコンドリアで行われる呼吸では、水がつくられる。
- ③ ミトコンドリアは、核とは異なる独自の DNA をもつ。
- ④ 葉緑体やミトコンドリアでは、ATP が合成される。
- ⑤ 葉緑体に含まれる主な色素は、アントシアン(アントシアニン)である。

問 2 下線部(b)に関して、細長いミトコンドリアの長さの数値として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 μm

- ① 2.5
- ② 5
- ③ 10
- ④ 40

問 3 下線部(c)に関連して、ヒトなどの動物細胞の構成成分を分析すると、質量比で水が最も多くを占めている。水の次に多く含まれる成分として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① タンパク質
- ② 炭水化物
- ③ 核 酸
- ④ 無機塩類

生物基礎

B 近年、(d)DNA の人工合成技術が飛躍的に進歩している。この合成技術を用いて、ある研究者グループは細菌 M の全ゲノムの塩基配列(約 100 万塩基対)の DNA を合成した(以後、合成ゲノム DNA とよぶ)。この合成ゲノム DNA を別の細菌 C に導入して細菌 C のゲノムと置き換えて、細菌 M' を作ろうとしたが、この細菌は増殖しなかった。これは、合成ゲノム DNA の塩基配列のうち、1 塩基対が誤っていたためであった。この 1 塩基対を修正した合成ゲノム DNA を用いて同じ実験を行ったところ、細菌 M' の増殖が確認された。

問 4 次の文章は、上で説明した細菌 M' の作製実験に関連した記述とその考察である。文章中の ~ に入る語として最も適当なものを、下の①~⑨のうちから一つずつ選べ。

ア ・イ ・ウ ・エ

遺伝情報は DNA から RNA、そしてタンパク質へと一方向に流れていくという考え方がある。この考え方を という。この考え方に従うと、1 塩基対の誤りを含む DNA から された RNA の塩基配列、さらにそこから されたタンパク質のアミノ酸配列にも誤りが引き起こされたと考えられる。さらに詳しく調べたところ、この 1 塩基対の誤りを含んだ遺伝子がコードしているタンパク質は、DNA を鋳型に DNA を合成する を開始させるのに必要な酵素の一つであった。このため、100 万塩基対中のたった 1 塩基対の誤りによって DNA の が開始できず、細菌 M' が増殖できなかったと考えられる。

- ① 複製 ② 翻訳 ③ 転写 ④ 遺伝 ⑤ 代謝
⑥ セントラルドグマ ⑦ デオキシリボース
⑧ ゲノムプロジェクト ⑨ バクテリオファージ

問 5 下線部(d)に関連して、図1のようにDNAの二重らせんの片方の鎖の塩基の並びが「ATGTA」のとき、この配列に相補的な「DNAの塩基配列」と「RNAの塩基配列」として最も適当なものを、下の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

DNAの塩基配列 ・ RNAの塩基配列

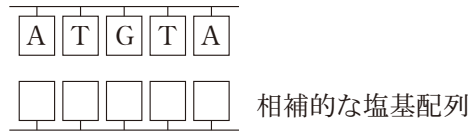


図 1

- | | | | | | |
|---|------------------|---|------------------|---|------------------|
| ① | <u>A U G U A</u> | ② | <u>U A C A U</u> | ③ | <u>G C U C G</u> |
| ④ | <u>U G A G U</u> | ⑤ | <u>A T G T A</u> | ⑥ | <u>T A C A T</u> |
| ⑦ | <u>G C T C G</u> | ⑧ | <u>T A U A T</u> | ⑨ | <u>C G A G C</u> |

生物基礎

問 6 次の文章は、遺伝子の本体にせまる歴史的実験について述べたものである。文章中の **オ** ~ **ク** に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **10**

肺炎双球菌(肺炎球菌)には病原性のS型菌と非病原性のR型菌がある。グリフィスは、R型菌と加熱殺菌したS型菌を混ぜてネズミに注射する実験を行った。すると、このネズミには病気の症状が現れ、その体内から生きた **オ** が見つかった。これは、死滅したS型菌の中の物質がR型菌の性質や特徴を変化させたために起こった現象であり、このような現象を **カ** という。また、エイブリーらは、S型菌の抽出液からタンパク質を分解させたものと、DNAを分解させたものを作り、それぞれR型菌と混ぜて培養する実験を行った。この場合、 **キ** を分解させた抽出液を用いた実験では **オ** の出現が確認されたが、 **ク** を分解させた抽出液を用いた実験では確認されなかった。

	オ	カ	キ	ク
①	R型菌	形質転換	DNA	タンパク質
②	R型菌	形質転換	タンパク質	DNA
③	R型菌	分化	DNA	タンパク質
④	R型菌	分化	タンパク質	DNA
⑤	S型菌	形質転換	DNA	タンパク質
⑥	S型菌	形質転換	タンパク質	DNA
⑦	S型菌	分化	DNA	タンパク質
⑧	S型菌	分化	タンパク質	DNA

生物基礎

第2問 生物の体内環境の維持に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い

(問1～5)に答えよ。(配点 16)

A 硬骨魚類は、(a)腎臓と(b)鰓^{えら}によって体液の塩類濃度を一定に保つしくみをもっている。そのため、(c)淡水魚のコイと海水魚のカレイは、通常、異なる塩類濃度の環境に生息しているが、両者の体液の塩類濃度は、ほぼ等しい。

問1 下線部(a)に関連して、次の文章中の ～ に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

淡水魚の体液の塩類濃度は、尿の塩類濃度と比べると 。海水魚の体液の塩類濃度は、尿の塩類濃度と比べると 。したがって、淡水魚と海水魚の体液の塩類濃度がほぼ等しいことから、淡水魚の尿の塩類濃度は、海水魚の尿の塩類濃度と比べると ことが分かる。

	ア	イ	ウ
①	ほぼ等しい	高い	低い
②	低い	ほぼ等しい	高い
③	高い	低い	ほぼ等しい
④	ほぼ等しい	低い	高い
⑤	高い	ほぼ等しい	低い
⑥	低い	高い	ほぼ等しい

問 2 下線部(b)に関連して、次の文章中の **工** ~ **キ** に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **12**

鰓にある塩類細胞とよばれる特殊な細胞は、**工** が合成される場であるミトコンドリアを多くもち、そのエネルギーを利用して塩類の輸送を行っている。淡水魚の塩類細胞(以後、淡水型とよぶ)は、**オ** から **カ** への輸送を行い、海水魚の塩類細胞(以後、海水型とよぶ)は、**カ** から **オ** への輸送を行う。ある種の魚は、この淡水型と海水型の両方をもつ。例えば、サケは幼魚から成魚へと成長すると、塩類細胞は淡水型から海水型へと変わり、川から海へと生息環境を変える。このような淡水型から海水型への変化には、ヒトと同様に **キ** から放出される成長ホルモンが関わっている。

	工	オ	カ	キ
①	アミノ酸	体内	外界	脳下垂体
②	アミノ酸	体内	外界	視床下部
③	アミノ酸	外界	体内	脳下垂体
④	アミノ酸	外界	体内	視床下部
⑤	ATP	体内	外界	脳下垂体
⑥	ATP	体内	外界	視床下部
⑦	ATP	外界	体内	脳下垂体
⑧	ATP	外界	体内	視床下部

生物基礎

問 3 下線部(c)に関連して、ある条件下では、淡水魚と海水魚が混じって生息することがある。ある日、河口から約 20 km 上流で河川とつながっている沼で、三平さんが釣りをしていたところ、コイに混じってカレイが釣れた。コイとカレイにおける外界の塩類濃度の変化に対する体液の塩類濃度の変化が図 1 のような関係となるとき、図中の **ク**・**ケ** に入る魚類とこの沼の塩類濃度の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、沼の塩類濃度は場所や深さによらず一様であるとする。

13

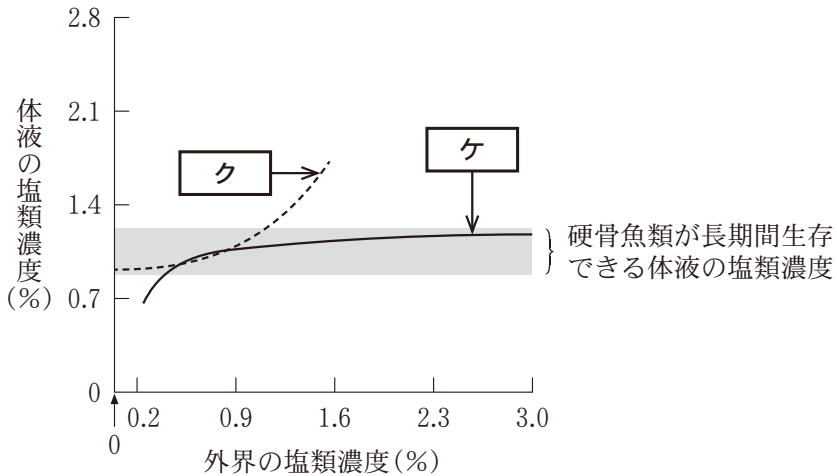


図 1

	ク	ケ	沼の塩類濃度
①	カレイ	コイ	0.2 %
②	カレイ	コイ	0.9 %
③	カレイ	コイ	1.6 %
④	カレイ	コイ	2.3 %
⑤	コイ	カレイ	0.2 %
⑥	コイ	カレイ	0.9 %
⑦	コイ	カレイ	1.6 %
⑧	コイ	カレイ	2.3 %

生物基礎

B 獲得免疫には、(d)細胞性免疫と、抗体のはたらきによる(e)体液性免疫があり、体内から病原体や毒物を排除している。

問 4 下線部(d)に関連して、次の文章中の **コ** ~ **シ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 **14**

体内に侵入した抗原は図2に示すように、免疫細胞Pに取り込まれて分解される。免疫細胞QおよびRは抗原の情報を受け取り活性化し、免疫細胞Qは別の免疫細胞Sの食作用を刺激して病原体を排除し、免疫細胞Rは感染細胞を直接排除する。免疫細胞の一部は記憶細胞となり、再び同じ抗原が体内に侵入すると急速で強い免疫応答が起きる。免疫細胞Pは **コ** であり、免疫細胞Qは **サ** である。免疫細胞P~Sのうち記憶細胞になるのは **シ** である。

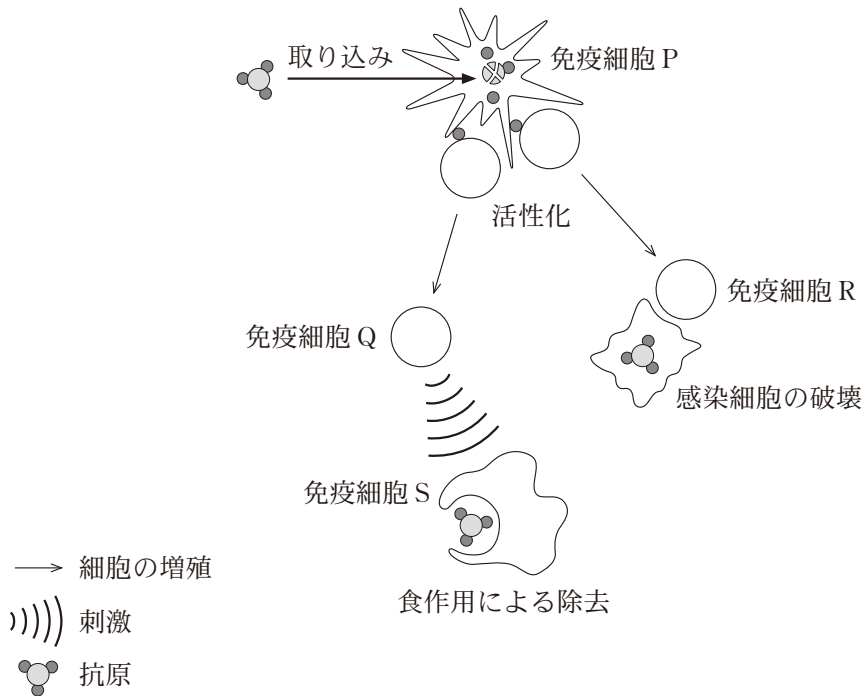


図 2

	コ	サ	シ
①	マクロファージ	キラーT細胞	PとS
②	マクロファージ	キラーT細胞	QとR
③	マクロファージ	ヘルパーT細胞	PとS
④	マクロファージ	ヘルパーT細胞	QとR
⑤	樹状細胞	キラーT細胞	PとS
⑥	樹状細胞	キラーT細胞	QとR
⑦	樹状細胞	ヘルパーT細胞	PとS
⑧	樹状細胞	ヘルパーT細胞	QとR

生物基礎

問 5 下線部(e)に関連して、抗体の産生に至る免疫細胞間の相互作用を調べるため、**実験 1**を行った。**実験 1**の結果の説明として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 15

実験 1 マウスからリンパ球を採取し、その一部を B 細胞および B 細胞を除いたリンパ球に分離した。これらと抗原とを図 3 の培養の条件のように組み合わせて、それぞれに抗原提示細胞(抗原の情報をリンパ球に提供する細胞)を加えた後、含まれるリンパ球の数が同じになるようにして、培養した。4 日後に細胞を回収し、抗原に結合する抗体を産生している細胞の数を数えたところ、図 3 の結果が得られた。

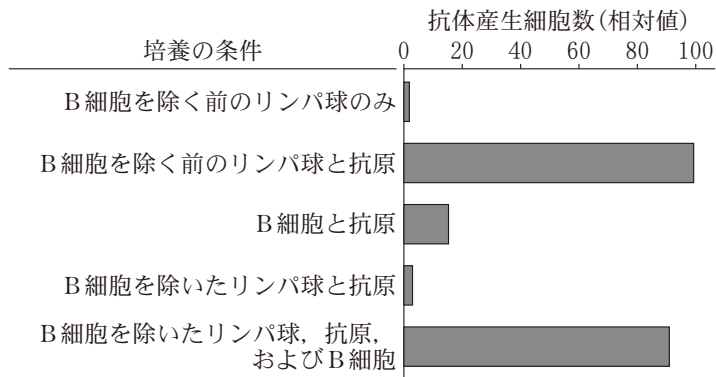


図 3

- ① B 細胞は、抗原が存在しなくても抗体産生細胞に分化する。
- ② B 細胞の抗体産生細胞への分化には、B 細胞以外のリンパ球は関与しない。
- ③ B 細胞を除いたリンパ球には、抗体産生細胞に分化する細胞が含まれる。
- ④ B 細胞を除いたリンパ球には、B 細胞を抗体産生細胞に分化させる細胞が含まれる。
- ⑤ B 細胞を除いたリンパ球には、B 細胞が抗体産生細胞に分化するのを妨げる細胞が含まれる。

生物基礎

第3問 生物の多様性と生態系に関する次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。(配点 16)

A 生態系では、光合成、呼吸、食物連鎖などの様々な過程をとおして(a)物質が循環し、この循環に伴い(b)エネルギーが移動している。

生態系の代表的な生産者の種類はバイオームによって異なる。例えば、温帯のバイオームであるステップでは **ア**，暖温帯のバイオームである硬葉樹林では **イ**，熱帯・亜熱帯のバイオームである雨緑樹林では **ウ** が、代表的な生産者である。

問1 上の文章中の **ア** ～ **ウ** に入る語句として最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つずつ選べ。ア **16** ・イ **17** ・ウ **18**

- | | | |
|----------|--------|---------|
| ① イネのなかま | ② オリーブ | ③ サボテン類 |
| ④ タブノキ | ⑤ 地衣類 | ⑥ チーク |
| ⑦ トドマツ | ⑧ ヒルギ類 | ⑨ ブナ |

問 2 下線部(a)に関連して、図 1 は生体を構成するある主要な元素の生態系における移動を矢印で示したものである。図中の [工] ~ [キ] に入る語と [ク] に入る矢印の向きの組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 [19]

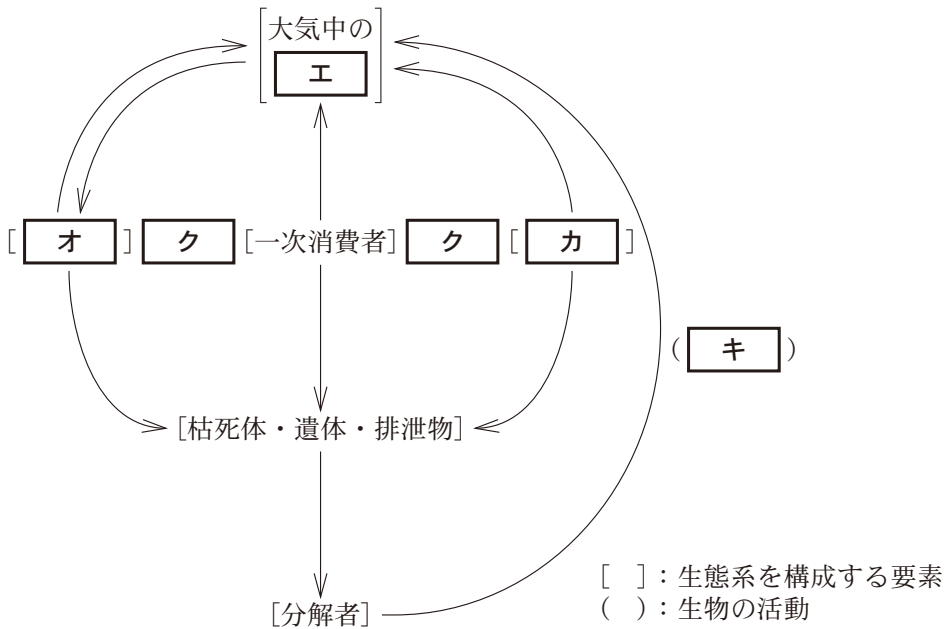


図 1

	工	オ	力	キ	ク
①	二酸化炭素	生産者	二次消費者	呼 吸	—>
②	二酸化炭素	生産者	二次消費者	脱 窒	<—
③	二酸化炭素	二次消費者	生産者	呼 吸	—>
④	二酸化炭素	二次消費者	生産者	脱 窒	<—
⑤	窒 素	生産者	二次消費者	呼 吸	—>
⑥	窒 素	生産者	二次消費者	脱 窒	<—
⑦	窒 素	二次消費者	生産者	呼 吸	—>
⑧	窒 素	二次消費者	生産者	脱 窒	<—

生物基礎

問 3 下線部(b)に関する記述として最も適切なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 20

- ① 熱エネルギーの一部は、生物によって化学エネルギーに変換される。
- ② 生態系内を流れるエネルギーは、最終的には熱エネルギーとなって生態系外へ出ていく。
- ③ 熱エネルギーの一部は、生物によって光エネルギーに変換される。
- ④ 植物は熱エネルギーを放出しない。

生物基礎

B 大気中の二酸化炭素は、**ケ** や **コ** などとともに、温室効果ガスとよばれる。化石燃料の燃焼などの人間活動によって、図2のように大気中の二酸化炭素濃度は年々上昇を続けている。また、陸上植物の光合成による影響を受けるため、大気中の二酸化炭素濃度には、周期的な季節変動がみられる。図3のように、冷温帯に位置する岩手県の綾里^{りょうり}の観測地点と、亜熱帯に位置する沖縄県の与那国島^{よなぐにじま}の観測地点とでは、二酸化炭素濃度の季節変動のパターンに違いがある。

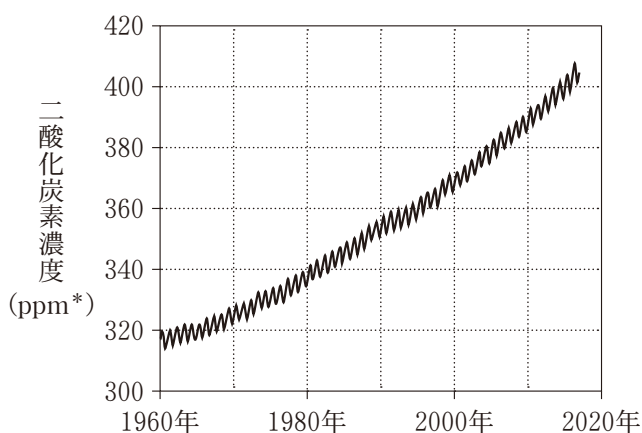


図 2

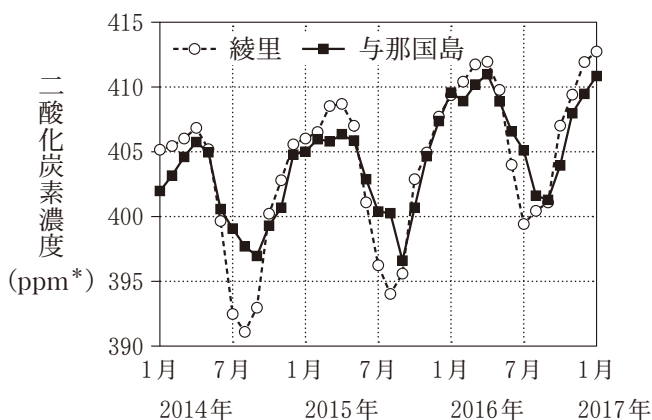


図 3

* ppm : 1 ppm は 100 万分の 1。体積の割合を表す。

問 4 上の文章中の **ケ** ・ **コ** に入る語として適当なものを、次の①～⑦のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

ケ **21** ・ コ **22**

- ① アンモニア ② エタノール ③ 酸素
- ④ 水素 ⑤ 窒素 ⑥ フロン
- ⑦ メタン

問 5 次の文章は、図 2 ・ 図 3 をふまえて、大気中の二酸化炭素濃度の変化について考察したものである。 **サ** ～ **ス** に入る語の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧のうちから一つ選べ。 **23**

2000～2010年における大気中の二酸化炭素濃度の増加速度は、1960～1970年に比べて **サ**。また、亜熱帯の与那国島では、冷温帯の綾里に比べて、大気中の二酸化炭素濃度の季節変動が **シ**。このような季節変動の違いが生じる一因として、季節変動が大きい地域では、一年のうちで植物が光合成を行う期間が **ス** ことが挙げられる。

	サ	シ	ス
①	大きい	大きい	短い
②	大きい	大きい	長い
③	大きい	小さい	短い
④	大きい	小さい	長い
⑤	小さい	大きい	短い
⑥	小さい	大きい	長い
⑦	小さい	小さい	短い
⑧	小さい	小さい	長い